

**PERBANDINGAN MATRIKS PEMBOBOT SPASIAL  
PANGKAT DAN *QUEEN* PADA MODEL PREDIKSI TAK  
BIAS LINIER TERBAIK EMPIRIS SPASIAL  
(Studi Kasus Pengeluaran Per Kapita di Provinsi Jawa Timur  
Tahun 2019)**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**ANDI PRASETYA**  
**175090500111006**



**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA  
JURUSAN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2021**





*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

**PERBANDINGAN MATRIKS PEMBOBOT SPASIAL  
PANGKAT DAN *QUEEN* PADA MODEL PREDIKSI TAK  
BIAS LINIER TERBAIK EMPIRIS SPASIAL  
(Studi Kasus Pengeluaran Per Kapita di Provinsi Jawa Timur  
Tahun 2019)**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Statistika

Oleh:

**ANDI PRASETYA  
175090500111006**



**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA  
JURUSAN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2021**





*“halaman ini sengaja dikosongkan”*



# LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

## PERBANDINGAN MATRIKS PEMBOBOT SPASIAL PANGKAT DAN *QUEEN* PADA MODEL PREDIKSI TAK BIAS LINIER TERBAIK EMPIRIS SPASIAL (Studi Kasus Pengeluaran Per Kapita di Provinsi Jawa Timur Tahun 2019)

Oleh:

**ANDI PRASETYA**  
**175090500111006**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji pada tanggal 07  
Juli 2021 dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh  
gelar Sarjana Statistika

Pembimbing,



Luthfatul Amaliana, S.Si., M.Si.

NIP. 199006272015042002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Statistika  
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya



Ramca Fitriani, S.Si., M.Sc., Ph.D.

NIP. 197603281999032001



# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

**NAMA** : ANDI PRASETYA

**NIM** : 175090500111006

**PROGRAM STUDI** : STATISTIKA

**JUDUL SKRIPSI** :

**PERBANDINGAN MATRIKS PEMBOBOT SPASIAL  
PANGKAT DAN *QUEEN* PADA MODEL PREDIKSI TAK**

**BIAS LINIER TERBAIK EMPIRIS SPASIAL**

**(Studi Kasus Pengeluaran Per Kapita di Provinsi Jawa Timur  
Tahun 2019)**

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termasuk di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung risiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 09 Juli 2021

Yang menyatakan,



Andi Prasetya

NIM. 175090500111006



*“halaman ini sengaja dikosongkan”*



**PERBANDINGAN MATRIKS PEMBOBOT SPASIAL  
PANGKAT DAN *QUEEN* PADA MODEL PREDIKSI TAK  
BIAS LINIER TERBAIK EMPIRIS SPASIAL  
(Studi Kasus Pengeluaran Per Kapita di Provinsi Jawa Timur  
Tahun 2019)**

**ABSTRAK**

Model Prediksi Tak Bias Linier Terbaik Empiris Spasial (SEBLUP) merupakan salah satu metode dalam metode *small area estimation* (SAE) yang menggunakan pendugaan tidak langsung dalam estimasi penduga parameter populasi dengan memanfaatkan variabel pendukung dari variabel terkait. Salah satu hal yang krusial dalam pemodelan SEBLUP adalah pemilihan matriks pembobot spasial. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbandingan terkait matriks pembobot spasial pangkat dan *queen* dalam model SEBLUP untuk menduga pengeluaran per kapita di Jawa Timur tahun 2019. Penelitian ini menggunakan data sekunder. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa matriks pembobot spasial terbaik untuk menduga pengeluaran per kapita di Jawa Timur dengan model SEBLUP adalah matriks pembobot spasial *queen*, karena menghasilkan nilai MSE terkecil. Dalam penelitian ini faktor yang secara signifikan mempengaruhi pengeluaran per kapita Jawa Timur adalah kepadatan penduduk ( $X_1$ ), jumlah sarana kesehatan ( $X_2$ ), jumlah SD Negeri ( $X_3$ ), dan persentase penduduk yang memiliki BPJS kesehatan Penerima Bantuan Iuran ( $X_5$ ).

**Kata Kunci:** Analisis Spasial, Pendugaan Tidak Langsung, *Queen*, Pangkat, Pengeluaran Per Kapita

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **THE COMPARISON OF SPATIAL WEIGHTED MATRIX POWER AND QUEEN ON SPATIAL EMPIRICAL BEST LINEAR UNBIASED PREDICTION MODEL**

**(Case Study of Per Capita Expenditure in East Java 2019)**

## **ABSTRACT**

*The Spatial Empirical Best Linear Unbiased Prediction Model (SEBLUP) is one of the methods in the small area estimation (SAE) method that uses indirect estimation in population estimation parameters using auxiliary variables from related variables. One of the crucial things in SEBLUP modeling is the selection of a spatial weighted matrix. This study aims to compare the spatial weighted matrix between power and queen in the SEBLUP model for per capita expenditure in East Java in 2019. The research used secondary data. The results of this study indicate that the best spatial weighted matrix for per capita expenditure in East Java with the SEBLUP model is the spatial weighted matrix of queen, because it produces the smaller MSE values. In this study, the factors that affect the per capita expenditure of East Java are the population density ( $X_1$ ), the number of health facilities ( $X_2$ ), the number of public primary schools ( $X_3$ ), and the proportion of the population who have BPJS as the Recipients of Payment Assistance ( $X_5$ ).*

**Keywords:** *Spatial Analysis, Indirect Estimation, Queen, Power, Per Capita Expenditure*





*“halaman ini sengaja dikosongkan”*



## KATA PENGANTAR

Dengan tersusunnya skripsi berjudul Perbandingan Matriks Pembobot Spasial Pangkat dan *Queen* pada Model Prediksi Tak Bias Linier Terbaik Empiris Spasial ini, penulis sangat bersyukur kepada Allah SWT karena atas rida dan karunia-Nya skripsi ini dapat diselesaikan dengan lancar. Penulis juga sangat berterima kasih atas dukungan dan doa yang secara terus-menerus diberikan untuk penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Untuk itu, penulis berterima kasih kepada:

1. Luthfatul Amaliana, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing skripsi yang sangat perhatian dan telaten dalam memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi yang selalu sukses membuat penulis semangat dalam menyusun skripsi.
2. Dr. Adji Achmad Rinaldo F., S.Si., M.Sc. dan Dr. Eni Sumarminingsih, S.Si., M.M selaku dosen penguji atas bimbingan dan saran yang diberikan.
3. Dr. Suci Astutik, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang senantiasa memberikan arahan dan bantuan dalam pembimbingan proses perkuliahan.
4. Achmad Efendi, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Sarjana Statistika Universitas Brawijaya.
5. Rahma Fitriani, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Statistika Universitas Brawijaya.
6. Dr. Ir. Solimun, MS. selaku ketua KKU.PSBM, Dr. Adji Achmad Rinaldo F., S.Si., M.Sc. selaku wakil ketua KKU.PSBM, Nurjannah, S.Si., M.Phil., Ph.D. selaku bendahara KKU.PSBM, Luthfatul Amaliana, S.Si., M.Si. selaku sekretaris KKU.PSBM, dan juga seluruh elemen yang terlibat dalam KKU.PSBM atas bimbingan dan ilmu yang diberikan.
7. Bapak, Ibuk, Mbak Yuli, Mas Yudi, dan Fadhil atas dukungan, dorongan, doa, dan ‘gangguan’ yang diberikan untuk segera lulus di Jurusan Statistika UB.
8. Budhe Titik dan keluarga di Malang atas bantuan, doa, serta wejangan yang selalu diberikan selama tinggal di rumah Malang.

9. Teman-teman seperjuangan kuliah (Dimas, Apip, Nadjeh, Wira, Novan, dan Ibra) atas semua pengalaman, dukungan, dan kenangan selama kuliah.
10. Raih, Apet, Irvan, Agung, Kak Diah, dan Kak Laras atas bantuan dan dorongan dalam proses penyusunan skripsi.
11. Keluarga di PT. Utama Abadi Sejahtera, khususnya Kak Citra, Kak Tiara, Mira, Tanti, Laksmi, Alifya, Eva, Laili, Endang, Citra, dan Astari atas semangat dan asupan hiburan yang diberikan selama mengerjakan skripsi.
12. Teman-teman seperbimbingan, teman-teman seperjuangan di KKU.PSBM, keluarga besar Statistika angkatan 2017, dan seluruh mahasiswa penerima Bidikmisi angkatan 2017 yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu, atas bantuan, motivasi, dan rasa kekeluargaan yang telah diberikan.

Diharapkan dengan adanya skripsi ini, akan banyak pembaca yang mendapatkan manfaat serta inspirasi. Penulis juga sangat terbuka terkait kritik dan saran atas skripsi ini, mengingat kesempurnaan hanya milik Allah SWT.

Malang, 09 Juli 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

	Hal
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	iii
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Statistika Deskriptif .....	7
2.2 <i>Small Area Estimation</i> .....	7
2.3 Prediksi Tak Bias Linier Terbaik Empiris Spasial.....	8
2.4 Analisis Regresi Linier Berganda .....	11
2.4.1. Asumsi Non Multikolinieritas .....	12
2.4.2. Asumsi Normalitas Galat.....	12
2.4.3. Asumsi Homoskedastisitas .....	13
2.4.4. Asumsi Non Autokorelasi.....	14
2.5 Analisis Spasial.....	14
2.6 Matriks Pembobot Spasial .....	15
2.6.1. Matriks Pembobot Spasial Pangkat.....	15
2.6.2. Matriks Pembobot Spasial <i>Queen</i> .....	16
2.7 Pendugaan Parameter.....	17
2.8 Uji Autokorelasi Spasial .....	18
2.9 Uji Normalitas Pengaruh Acak .....	19
2.10 Uji Normalitas Galat.....	20







2.11	Uji Signifikansi Parameter .....	21
2.12	Penelitian Terdahulu .....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>27</b>
3.1	Data Penelitian .....	27
3.2	Variabel Penelitian .....	28
3.2.1.	Rata-Rata Pengeluaran Per kapita.....	28
3.2.2.	Kepadatan Penduduk .....	28
3.2.3.	Jumlah Sarana Kesehatan .....	29
3.2.4.	Jumlah SD Negeri.....	29
3.2.5.	Rata-Rata Banyaknya Anggota Rumah Tangga .....	29
3.2.6.	Persentase Penduduk yang Memiliki BPJS Penerima Bantuan Iuran (PBI) .....	30
3.3.	Metode Penelitian.....	30
3.4.	Diagram Alir .....	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>35</b>
4.1	Analisis Deskriptif .....	35
4.2.	Pemodelan dan Uji Asumsi pada Analisis Regresi Linier Berganda .....	37
4.2.1.	Uji Asumsi Non Multikolinieritas.....	38
4.2.2.	Uji Asumsi Normalitas Galat .....	39
4.2.3.	Uji Asumsi Homoskedastisitas.....	39
4.2.4.	Uji Asumsi Non Autokorelasi .....	39
4.3.	Uji Autokorelasi Spasial .....	39
4.4.	Model SEBLUP .....	40
4.5.	Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial Pangkat.....	41
4.5.1.	Matriks Pembobot Spasial Pangkat.....	41
4.5.2.	Uji Normalitas Pengaruh Acak dan Galat .....	42
4.5.3.	Uji Signifikansi Parameter .....	43
4.5.4.	Pembentukan Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial Pangkat.....	44
4.6.	Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial <i>Queen</i> .....	46
4.6.1.	Matriks Pembobot Spasial <i>Queen</i> .....	46
4.6.2.	Uji Normalitas Pengaruh Acak dan Galat .....	47



4.6.3. Uji Signifikansi Parameter.....	47
4.6.4. Pembentukan Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial <i>Queen</i> .....	48
4.7. Perbandingan Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial Pangkat dan Matriks Pembobot Spasial <i>Queen</i> ....	50
4.8. Pembahasan.....	54
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>55</b>
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran .....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>61</b>

## DAFTAR GAMBAR

Hal

Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 4.1	Peta Provinsi Jawa Timur .....	37
Gambar 4.2	Perbandingan Nilai Duga Rata-Rata Pengeluaran Per Kapita Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial Pangkat dan Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial <i>Queen</i> .....	51
Gambar 4.3	Perbandingan Nilai MSE Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial Pangkat dan Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial <i>Queen</i> .....	52

## DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Analisis Variansi Regresi Linier.....	21
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu.....	22
Tabel 3.1 Struktur Data Penelitian.....	27
Tabel 4.1 Hasil Analisis Deskriptif .....	35
Tabel 4.2 Hasil Analisis Regresi Linier Berganda .....	37
Tabel 4.3 <i>Residual</i> Model Analisis Regresi Linier Berganda .....	38
Tabel 4.4 Hasil Nilai VIF .....	38
Tabel 4.5 Hasil Uji Autokorelasi Spasial .....	40
Tabel 4.6 Nilai Dugaan Koefisien Regresi ( $\hat{\beta}$ ) .....	37
Tabel 4.7 Nilai Dugaan Pengaruh Acak ( $\hat{v}_i$ ) .....	37
Tabel 4.8 Hasil Uji Normalitas Pengaruh Acak dan Galat Model SEBLUP Matriks Pembobot Spasial Pangkat.....	43
Tabel 4.9 Hasil Uji Signifikansi Parameter .....	43
Tabel 4.10 Hasil Nilai Dugaan dari Rata-Rata Pengeluaran Per Kapita (Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial Pangkat) .....	45
Tabel 4.11 Nilai Dugaan Koefisien Regresi ( $\hat{\beta}$ ) .....	46
Tabel 4.12 Nilai Dugaan Pengaruh Acak ( $\hat{v}_i$ ) .....	46
Tabel 4.13 Hasil Uji Normalitas Pengaruh Acak dan Galat Model SEBLUP Matriks Pembobot Spasial <i>Queen</i> .....	47
Tabel 4.14 Hasil Uji Signifikansi Parameter .....	48
Tabel 4.15 Hasil Nilai Dugaan dari Rata-Rata Pengeluaran Per Kapita (Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial <i>Queen</i> ).....	49
Tabel 4.16 Rata-Rata MSE dari Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial Pangkat dan Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial <i>Queen</i> .....	53





## DAFTAR LAMPIRAN

Hal

Lampiran 1. Data variabel respon dan variabel prediktor .....	61
Lampiran 2. Data yang Telah Distandarisasi .....	63
Lampiran 3. Matriks Pembobot Spasial Pangkat .....	65
Lampiran 4. Matriks Pembobot Spasial <i>Queen</i> .....	71
Lampiran 5. Analisis Deskriptif .....	80
Lampiran 6. Pemodelan Regresi Linier Berganda dan Uji Asumsi ..	74
Lampiran 7. Uji Moran- <i>I</i> dengan Matriks Pembobot Spasial Pangkat .....	82
Lampiran 8. Uji Moran- <i>I</i> dengan Matriks Pembobot Spasial <i>Queen</i> .....	83
Lampiran 9. <i>Source Code</i> untuk Metode SEBLUP .....	84
Lampiran 10. <i>Source Code</i> untuk Uji Normalitas Galat dan Pengaruh Acak pada Model SEBLUP .....	90
Lampiran 11. <i>Source Code</i> untuk Uji Signifikansi Parameter pada Model SEBLUP .....	91



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Statistika memiliki peran penting dalam menyediakan informasi yang lebih akurat dan ilmiah bagi penyusunan suatu kebijakan, yang kemudian kebijakan tersebut diharapkan dapat bermanfaat bagi kehidupan masyarakat berbangsa dan bernegara. Sebelum dibuatnya kebijakan yang berkaitan dengan upaya pengentasan kemiskinan, maka perlu dikumpulkan data statistik yang berkaitan dengan hal-hal yang mempengaruhi kemiskinan tersebut, misalnya statistik pengeluaran per kapita, pendapatan per kapita, jumlah penduduk miskin per wilayah, tingkat pengangguran per wilayah, dan lain sebagainya. Setelah kebijakan dibuat, statistik tersebut tetap kembali diukur pada periode berikutnya untuk mengetahui keefektifan dari diberlakukannya suatu kebijakan.

*Small Area Estimation* (SAE) merupakan suatu pendekatan yang digunakan apabila pendugaan langsung pada area kecil dengan penarikan sampel tidak dapat menghasilkan presisi yang memadai. Sering kali perlu menggunakan penduga tidak langsung guna meningkatkan ukuran sampel yang efektif (Rao, 2003).

Kemiskinan merupakan salah satu permasalahan yang masih menjadi penghalang utama dalam kesejahteraan rakyat khususnya bagi negara-negara berkembang yang ada di dunia, termasuk Indonesia. Berdasarkan data yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik (BPS) per Maret 2020, persentase penduduk miskin nasional sebesar 9,78% atau jika dikalkulasikan jumlah penduduk miskin di Indonesia sebesar 26,42 juta orang. Hasil ini jika dibandingkan dengan data yang sama pada September 2019, persentase penduduk miskin di Indonesia naik sekitar 0,56% atau jika dikalkulasikan jumlah penduduk miskin di Indonesia naik menjadi sebesar 1,28 juta orang.

Permasalahan kemiskinan di Indonesia telah menjadi prioritas utama yang harus dituntaskan di setiap periode kepemimpinan. Pada



pemerintahan presiden Ir. Joko Widodo dan Prof. K.H. Ma'ruf Amin (periode 2019-2024), misalnya salah satu dari sembilan misinya yaitu “Pembangunan Yang Merata dan Berkeadilan”. Dalam misi tersebut dijabarkan bahwa akan dilanjutkannya pengentasan kemiskinan sampai ke tingkat desa.

Salah satu upaya pemerintah dalam melakukan pengendalian terhadap kemiskinan adalah diadakannya Survei Ekonomi Nasional (SUSENAS) yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (BPS). Survei ini dilakukan setiap tiga tahun sekali dan diantaranya menghasilkan modul yang didalamnya terdapat tiga paket yaitu (i) konsumsi/pengeluaran, (ii) pendidikan dan sosial budaya, dan (iii) kesehatan dan perumahan (BPS, 2016).

Untuk menghasilkan informasi yang lebih tepat dari data tersebut diperlukan metode analisis data yang memiliki keakuratan yang baik, sehingga dalam pembuatan kebijakannya dapat mencapai target yang diinginkan. Dalam sebagian besar penyelenggaraan survei untuk memperoleh datanya digunakan penarikan sampel. Hal ini dikarenakan penggunaan sampel lebih efektif dari segi biaya dan dapat diperoleh informasi tentang berbagai topik menarik pada interval yang sering dari waktu ke waktu. Penggunaan sampel pada survei juga banyak digunakan untuk memberikan perkiraan tidak hanya untuk total populasi yang diminati, tetapi juga untuk berbagai sub populasi/domain (Rao, 2003).

Darsyah (2013) menyebutkan bahwa SAE merupakan salah satu teknik statistika yang digunakan untuk melakukan pendugaan terhadap parameter sub populasi/domain yang memiliki ukuran sampel kecil. Dalam pendugaannya diperoleh suatu model yang menghubungkan area terkait menggunakan “bantuan kekuatan” dari variabel pendukung (*auxiliary variable*). Dalam kasus dimana area kecil yang diamati memiliki pengaruh acak yang saling berkorelasi secara spasial, maka metode yang cocok dilakukan untuk pendugaan adalah metode prediksi tak bias linier terbaik empiris spasial atau *Spatial Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (SEBLUP).

Metode ini merupakan pengembangan dari metode *Empirical Best Linear Unbiased Prediction* (EBLUP) dikarenakan model EBLUP hanya cocok untuk digunakan pada data yang tidak memiliki pengaruh acak yang saling berkorelasi secara spasial (bukan data spasial).

Berdasarkan penelitian Mutualage (2012), metode SEBLUP lebih baik digunakan daripada metode pendugaan langsung dan EBLUP dalam menduga rata-rata pengeluaran per kapita di desa atau kelurahan di Kabupaten Jember. Kemudian Nusrang, dkk. (2017) juga menemukan hasil yang serupa, yaitu metode SEBLUP lebih baik daripada metode EBLUP pada data bangkitan yang melanggar asumsi heterokedastisitas pada galatnya dan terdapat autokorelasi yang kuat antar area.

Menurut Getis dan Alstads (2004), pemilihan matriks pembobot spasial adalah suatu hal yang penting dalam membentuk model spasial. Penelitian mengenai penentuan matriks pembobot spasial pada model SEBLUP pernah dikaji oleh Asfar (2016). Dalam temuannya, diperoleh bahwa dalam menduga rata-rata pengeluaran per rumah tangga per bulan di tingkat kecamatan Kota dan Kabupaten Bogor pada tahun 2010, banyaknya area yang diamati berpengaruh dalam pemilihan matriks pembobot spasial yang digunakan dan setiap studi kasus memiliki matriks pembobot spasial yang berbeda juga. Dalam penelitian Asfar (2016) menyebutkan bahwa untuk jumlah area kecil ( $m=16$ ), matriks pembobot spasial yang baik untuk digunakan adalah *Queen*, pangkat ganda, serta kombinasi radial dan *Queen*. Untuk jumlah area sedang ( $m=64$ ), matriks pembobot spasial yang baik untuk digunakan adalah KNN, pangkat, serta kombinasi radial dan *Queen*.

Untuk melakukan evaluasi terhadap model SEBLUP yang didapatkan, salah satu ukuran akurasi yang banyak digunakan untuk mengukur akurasi model secara umum adalah *Mean Square Error* (MSE). Semakin kecil nilai MSE dari suatu penduga maka dapat dikatakan bahwa penduga tersebut semakin tepat/akurat dalam menduga suatu nilai yang diinginkan.



Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, maka penelitian ini berfokus pada perbandingan antara matriks pembobot spasial pangkat (*power*) dan *queen* dalam melakukan pendugaan terhadap salah satu parameter pengukur kemiskinan yaitu rata-rata pengeluaran per kapita, khususnya pada tingkat kabupaten/kota di Jawa Timur.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini dirumuskan masalah-masalah yang akan diteliti yaitu:

1. Bagaimana persamaan model SEBLUP untuk menduga rata-rata pengeluaran per kapita kabupaten/kota di Jawa Timur?
2. Faktor-faktor apakah yang secara signifikan mempengaruhi rata-rata pengeluaran per kapita kabupaten/ kota di Jawa Timur?
3. Bagaimana perbandingan jenis matriks pembobot spasial pangkat dan *queen* pada model SEBLUP rata-rata pengeluaran per kapita kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan nilai MSE?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pendugaan terhadap rata-rata pengeluaran per kapita kabupaten/kota di Jawa Timur menggunakan model SEBLUP.
2. Menentukan faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi rata-rata pengeluaran per kapita kabupaten/kota di Jawa Timur.
3. Melakukan perbandingan matriks pembobot spasial pangkat dan *queen* pada model SEBLUP untuk menduga rata-rata pengeluaran per kapita kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan nilai MSE.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui lebih spesifik mengenai topik statistik area kecil (*small statistic area*) dan kaitannya dengan SAE, khususnya model SEBLUP.



2. Dapat memberikan suatu informasi mengenai rata-rata pengeluaran per kapita di tiap kabupaten/kota yang ada di Jawa Timur melalui model SEBLUP.
3. Dapat menambah pengetahuan mengenai beberapa faktor yang mempengaruhi rata-rata pengeluaran per kapita di tiap kabupaten/kota yang ada di Jawa Timur.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu metode SAE yang digunakan adalah model SEBLUP pada level *area*.



*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Statistika Deskriptif

Menurut Walpole (1995), statistika deskriptif merupakan salah satu tahapan dalam ilmu statistika yang berperan untuk mendeskripsikan data tanpa melakukan proses penarikan kesimpulan. Dari statistika deskriptif akan dilakukan pengumpulan dan pendeskripsian data untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan. Statistika deskriptif juga berusaha menjelaskan berbagai karakteristik dari suatu data seperti rata-rata, variansi, dan sebagainya (Andriani, 2016).

#### 2.2 *Small Area Estimation*

*Small Area Estimation* (SAE) didefinisikan oleh Saei dan Chambers (2003) sebagai salah satu teknik statistika yang digunakan apabila dalam suatu penelitian memiliki ukuran sampel yang kecil atau bahkan nol dalam area yang dikehendaki; dimana apabila dilakukan pendugaan secara langsung, ragam yang dihasilkan besar atau bahkan pendugaan secara langsung tidak dapat digunakan jika tidak ada sampel dalam area kecil yang dikehendaki.

SAE menerapkan suatu metode pendugaan yaitu metode pendugaan tidak langsung (*indirect estimation or model-based*). Pendugaan tidak langsung merupakan pendugaan yang dilakukan dengan cara meminjam kekuatan (*borrowing strength*) dari variabel pendukung (*auxiliary variable*) yang memiliki hubungan dengan variabel yang diinginkan (Y) pada area yang sama.

Menurut Rao (2003), pendugaan tidak langsung dalam pendugaan area kecil memiliki beberapa keuntungan, yaitu:

- 1) Penduga optimum dapat dibentuk berdasarkan model yang sudah dibentuk.
- 2) Ukuran ragam dari tiap area dapat diasosiasikan dengan tiap penduga yang dihasilkan.
- 3) Model dapat divalidasi dari data sampel.



Rao (2003) juga menyatakan bahwa dalam model area kecil dapat dibagi menjadi 2 kategori besar, yaitu model *agregat/area level* dan model *unit level*. Pada model *agregat/area level* variabel pendukung hanya tersedia pada area yang spesifik, sehingga penggunaan model *unit level* tidak dimungkinkan. Sedangkan pada model *unit level* variabel pendukung tersedia pada *unit* yang spesifik.

Dalam model area kecil yang didasarkan pada *area level* mengikuti persamaan (2.1).

$$y_i = \mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta} + z_i v_i + e_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2.1)$$

Keterangan:

$y_i$  : penduga langsung

$\mathbf{x}_i$  :  $(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi})$ , vektor variabel prediktor yang berordo  $1 \times p$

$\boldsymbol{\beta}$  :  $(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)^T$ , vektor dari koefisien regresi berordo  $p \times 1$ .

$z_i$  : konstanta bernilai positif.

$v_i$  : pengaruh acak area, dengan  $v_i \sim \text{Niid}(0, \sigma_v^2)$ .

$e_i$  : *error* sampel, dengan  $e \sim N(0, \sigma_e^2)$  dan  $\sigma_e^2$  diketahui.

$m$  : banyaknya area kecil.

$e_i, v_i$  diasumsikan saling bebas satu sama lain.

### 2.3 Prediksi Tak Bias Linier Terbaik Empiris Spasial

Prediksi Tak Bias Linier Terbaik Empiris Spasial atau *Spatial Empirical Unbiased Linear Prediction* (SEBLUP) merupakan model yang dihasilkan dari pengembangan model *Empirical Unbiased Linear Prediction* (EBLUP) dengan memasukkan pengaruh acak antar area. Dalam model SEBLUP asumsi analisis spasial yang harus dipenuhi adalah dependensi/autokorelasi spasial dan normalitas pengaruh acak dan galat. Untuk model ini homogenitas ragam galat harus juga terpenuhi.

Dalam Molina dkk. (2007) menyebutkan bahwa model yang memiliki pengaruh acak area yang saling bebas diantaranya adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{v} + \mathbf{e} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$\mathbf{y} : (y_1, \dots, y_m)^T$ , vektor yang menduga variabel respon.

$\mathbf{X} : (x_1^T, \dots, x_m^T)^T$ , matriks berordo  $m \times p$  yang memiliki *rank* penuh dari variabel pendukung yang tiap elemennya diketahui.

$\boldsymbol{\beta}$  : vektor parameter regresi berordo  $p \times 1$  yang bersifat tetap dan nilainya tidak diketahui.

$\mathbf{Z} : \text{diag}(z_1, \dots, z_m)$ , matriks berordo  $m \times m$  yang tiap elemennya bernilai positif konstan.

$\mathbf{v} : (v_1, \dots, v_m)^T$ , vektor pengaruh acak area.

$\mathbf{e} : (e_1, \dots, e_m)^T$ , vektor *error* sampel.

Model pada persamaan (2.2) pada kenyataannya tidak bisa digunakan apabila antar area yang berdekatan terdapat korelasi spasial yang signifikan. Sehingga pengaruh acak area yang ada sebelumnya perlu diubah menjadi persamaan (2.3) berikut:

$$\begin{aligned}\mathbf{v} &= \rho \mathbf{W} \mathbf{v} + \mathbf{u} \\ &= (\mathbf{I} - \rho \mathbf{W})^{-1} \mathbf{u}\end{aligned}\quad (2.3)$$

Keterangan:

$\mathbf{v} : (v_1, \dots, v_m)^T$ , vektor pengaruh acak area.

$\mathbf{I}$  : matriks identitas berordo  $m \times m$ .

$\rho$  : koefisien autoregresif spasial.

$\mathbf{W}$  : matriks pembobot spasial berordo  $m \times m$ .

$\mathbf{u}$  : vektor *error* berordo  $m \times 1$  yang bersifat bebas (memiliki rata-rata 0 dan ragam  $\sigma_u^2$ ).

Dengan melakukan substitusi persamaan (2.3) ke persamaan (2.2) maka dapat diperoleh model dengan pengaruh area yang memiliki korelasi spasial yang ditunjukkan dalam persamaan (2.4) berikut:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}((\mathbf{I} - \rho \mathbf{W})^{-1} \mathbf{u}) + \mathbf{e} \quad (2.4)$$

Pada pendugaan parameter  $y_i$  dengan  $\rho$ ,  $\sigma_e^2$ , dan  $\sigma_u^2$  model *Spatial Best Linier Unbiased Predictor* (SBLUP) dapat menggunakan persamaan (2.5) berikut.

$$\hat{y}_i^{SBLUP} = \mathbf{x}_i \hat{\boldsymbol{\beta}} + \mathbf{b}_i^T \{\mathbf{GZ}^T\} \times [\mathbf{V}]^{-1} (\tilde{\boldsymbol{\theta}} - \mathbf{X} \hat{\boldsymbol{\beta}}) \quad (2.5)$$

$\mathbf{V}$  merupakan matriks kovarians dari  $y$  yang dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mathbf{V} &= \mathbf{E} + \mathbf{ZGZ}^T \\ &= \text{diag}(\sigma_e^2) + \mathbf{Z}\sigma_u^2[(\mathbf{I} - \rho\mathbf{W})(\mathbf{I} - \rho\mathbf{W})^T]^{-1}\mathbf{Z}^T \end{aligned} \quad (2.6)$$

Dengan  $\mathbf{E}$  merupakan matriks kovarians berordo  $m \times m$  dari vektor  $e$  dan  $\mathbf{G}$  merupakan matriks kovarians berordo  $m \times m$  dari vektor  $v$ . Matriks  $\mathbf{E}$  dan  $\mathbf{G}$  dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mathbf{E} &= \sigma_e^2 = \text{diag}(\sigma_e^2) \\ \mathbf{G} &= \sigma_u^2[(\mathbf{I} - \rho\mathbf{W})(\mathbf{I} - \rho\mathbf{W})^T]^{-1} \end{aligned} \quad (2.7)$$

Sehingga dalam persamaan (2.5) dapat dijabarkan menjadi persamaan (2.8) berikut.

$$\begin{aligned} \hat{y}_i^{SBLUP} &= \mathbf{x}_i \hat{\boldsymbol{\beta}} + \mathbf{b}_i^T \{\mathbf{GZ}^T\} \times [\mathbf{E} + \mathbf{ZGZ}^T]^{-1} (\tilde{\boldsymbol{\theta}} - \mathbf{X} \hat{\boldsymbol{\beta}}) \\ \hat{y}_i^{SBLUP} &= \mathbf{x}_i \hat{\boldsymbol{\beta}} + \mathbf{b}_i^T \{ \sigma_u^2 [(\mathbf{I} - \rho\mathbf{W})(\mathbf{I} - \rho\mathbf{W})^T]^{-1} \mathbf{Z}^T \times \\ &\quad \{ \text{diag}(\sigma_e^2) + \mathbf{Z}\sigma_u^2[(\mathbf{I} - \rho\mathbf{W})(\mathbf{I} - \rho\mathbf{W})^T]^{-1}\mathbf{Z}^T \}^{-1} \\ &\quad (\tilde{\boldsymbol{\theta}} - \mathbf{X} \hat{\boldsymbol{\beta}}) \} \end{aligned} \quad (2.8)$$

Keterangan:

$\hat{\boldsymbol{\beta}}$  : matriks yang diperoleh dari  $(\mathbf{X}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{V}^{-1} \hat{\boldsymbol{\theta}}$ .

$\mathbf{b}_i^T$  : (0, 0, ..., 0, 1, 0, ..., 0), vektor berordo  $1 \times n$  (angka 1 menunjukkan pada area ke- $i$ ).

$\mathbf{V}$  : matriks kovarians dari  $y$ .

$\mathbf{E}$  : matriks kovarians berordo  $m \times m$  dari vektor  $e$ .

$\mathbf{G}$  : matriks kovarians berordo  $m \times m$  dari vektor  $v$ .

Hasil dari pendugaan SBLUP menghasilkan penduga nilai yang memiliki ketergantungan terhadap nilai  $\rho$  dan  $\sigma_u^2$  yang nilainya tidak diketahui. Apabila penduga parameternya diganti dengan yaitu  $\hat{\rho}$  dan  $\hat{\sigma}_u^2$ , maka dapat diperoleh penduga bagi  $y_i$  yang ada pada model SEBLUP. Sehingga pendugaan parameter  $y_i$  dengan  $\hat{\rho}$  dan  $\hat{\sigma}_u^2$  dapat menggunakan persamaan (2.9) berikut.



$$\hat{y}_i^{SEBLUP} = \mathbf{x}_i \hat{\boldsymbol{\beta}} + \mathbf{b}_i^T \{ \hat{\sigma}_u^2 [(\mathbf{I} - \hat{\rho} \mathbf{W})(\mathbf{I} - \hat{\rho} \mathbf{W})^T]^{-1} \} \mathbf{Z}^T \times \\ \{ \text{diag}(\hat{\sigma}_e^2) + \mathbf{Z} \hat{\sigma}_u^2 [(\mathbf{I} - \hat{\rho} \mathbf{W})(\mathbf{I} - \hat{\rho} \mathbf{W})^T]^{-1} \mathbf{Z}^T \}^{-1} \\ (\tilde{\boldsymbol{\theta}} - \mathbf{X} \hat{\boldsymbol{\beta}}) \quad (2.9)$$

Untuk model SEBLUP dengan pengaruh acak yang memiliki distribusi normal, memiliki nilai  $MSE[\hat{y}_i^{SEBLUP}]$  yang dapat dijabarkan pada persamaan (2.10).

$$MSE[\hat{y}_i^{SEBLUP}] = MSE[\hat{y}_i^{SBLUP}] \\ + E[\hat{y}_i^{SEBLUP} - \hat{y}_i^{SBLUP}]^2 \quad (2.10)$$

Nilai harapan  $E[\hat{y}_i^{SEBLUP}]$  memiliki nilai yang terbatas (*finite*), sehingga  $E[\hat{y}_i^{SEBLUP}]$  merupakan penduga yang tak bias bagi  $\theta$  dan  $\hat{\rho}, \hat{\sigma}_u^2$  merupakan penduga yang invarian bagi  $\rho, \sigma_u^2$ .

## 2.4 Analisis Regresi Linier Berganda

Menurut Gujarati (2003), analisis regresi adalah satu metode dalam statistika yang banyak digunakan dalam penelitian. Analisis regresi pada umumnya menganalisis apakah terdapat suatu hubungan antara variabel respon (variabel yang dijelaskan) dengan variabel prediktor (variabel yang menjelaskan). Untuk mengetahui apakah terdapat hubungan linier antara 2 atau lebih variabel prediktor terhadap variabel respon, biasanya analisis regresi linier berganda cocok untuk digunakan.

Menurut Supranto (2009) dalam analisis regresi berganda dapat dirumuskan persamaan berikut:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_j X_{ji} + \varepsilon_i \quad (2.11)$$

Keterangan:

$Y_i$  : variabel respon dari pengamatan ke-  $i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ )

$n$  : banyaknya pengamatan

$\beta_0$  : *intercept*

$\beta_j$  : parameter regresi untuk variabel prediktor ke-  $j$

$X_{ji}$ : variabel prediktor ke-  $j$  pada pengamatan ke-  $i$

$\varepsilon_i$  : galat pada pengamatan ke-  $i$

Dalam analisis regresi linier berganda terdapat beberapa asumsi klasik yang harus dipenuhi agar model yang dihasilkan valid dan dapat digunakan sebagai penduga (Gujarati, 2003). Ada empat asumsi klasik yang harus dipenuhi dalam analisis regresi linier berganda, yaitu tidak adanya multikolinieritas, galat menyebar normal, tidak terjadi heterokedastisitas, dan tidak terjadi autokorelasi.

#### 2.4.1. Asumsi Non Multikolinieritas

Asumsi non multikolinieritas mengharuskan variabel prediktor yang digunakan dalam model regresi tidak saling berkorelasi satu sama lain. Salah satu uji yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya multikolinieritas dalam model dapat dilihat dari nilai VIF (*Variance Inflation Factor*). Rumus VIF dapat dirumuskan persamaan (2.12).

$$VIF_j = \frac{1}{(1-R_j^2)}, j = 1, 2, \dots, p \quad (2.12)$$

Dimana:  $R_j^2 = \frac{JKR}{JKT}$  = koefisien determinasi ke- $j$ ,  $p$  = banyaknya variabel prediktor, JKR = Jumlah Kuadrat Regresi, JKT = Jumlah Kuadrat Total

Dengan kriteria keputusan jika nilai VIF kurang dari 10, maka dapat dikatakan bahwa tidak terjadi multikolinieritas dalam model. Namun, jika nilai VIF lebih besar dari 10, maka dapat dikatakan terjadi multikolinieritas dalam model.

#### 2.4.2. Asumsi Normalitas Galat

Galat yang dihasilkan dari suatu model regresi linier berganda diharuskan untuk menyebar normal. Salah satu uji yang dapat digunakan dalam pengujian kenormalan galat adalah uji Anderson-Darling. Berikut hipotesis yang ada dalam Uji Anderson-Darling:

$H_0 : e \sim N(0, \sigma_e^2)$  (galat menyebar normal) vs

$H_1 : e \sim N(0, \sigma_e^2)$  (galat tidak menyebar normal)

Statistik uji Anderson Darling yang didefinisikan oleh Anderson dan Darling (1954) dapat dituliskan dalam persamaan (2.13).

$$W_n^2 = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (2i-1) [\ln u_i + \{1 - \ln u_{n-i+1}\}] \quad (2.13)$$

Dengan  $u_i = F(X_i)$  adalah fungsi distribusi kumulatif untuk distribusi tertentu dan  $n$  adalah banyaknya sampel yang akan diuji. Jika nilai statistik  $W_n^2$  lebih kecil daripada  $W_n^2$  tabel atau  $p$ -value yang dihasilkan lebih besar daripada taraf nyata yang ditetapkan, maka dapat diinterpretasikan bahwa pada taraf nyata  $\alpha$ , galat menyebar normal.

#### 2.4.3. Asumsi Homoskedastisitas

Asumsi homoskedastisitas menyatakan bahwa keragaman antar galat dalam model regresi linier berganda bersifat homogen (antara galat ke- $i$  hingga galat ke- $j$  memiliki ragam yang sama). Salah satu uji yang sering digunakan dalam pendeteksian homoskedastisitas ragam dapat dilakukan dengan uji Breusch-Pagan dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0 : \sigma_{e_1}^2 = \sigma_{e_2}^2 = \dots = \sigma_{e_n}^2 = 0$  (ragam galat homogen) vs

$H_1 : \sigma_{e_i}^2 \neq 0$ , dimana  $i = 1, 2, \dots, n$  (ragam galat tidak homogen)

Menurut Gujarati dan Porter (2010), statistik uji dalam uji Breusch-Pagan adalah sebagai berikut:

$$LM = nR^2 \quad (2.14)$$

Dimana:

$n$  : banyaknya pengamatan

$R^2$  : koefisien determinasi



Apabila nilai statistik uji  $LM < \chi^2_{(\frac{\alpha}{2}, p)}$  ( $p$  merupakan banyaknya variabel prediktor), maka terima  $H_0$  dan dapat disimpulkan bahwa pada taraf nyata  $\alpha$ , ragam galat telah homogen.

#### 2.4.4. Asumsi Non Autokorelasi

Dalam model regresi linier berganda, data yang digunakan diperlukan untuk memenuhi asumsi non autokorelasi. Menurut Gujarati (2006), pendeteksian adanya autokorelasi dalam data salah satunya dapat menggunakan uji Durbin-Watson, yang didefinisikan seperti pada persamaan (2.15).

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2} \quad (2.15)$$

Dengan kriteria keputusan:

- Tolak  $H_0$  jika nilai  $d < d_L$  atau  $d > 4 - d_L$  memberikan keputusan bahwa terdapat autokorelasi antar galat.
- Tolak  $H_0$  jika nilai  $d > d_U$  atau  $d < 4 - d_U$  memberikan keputusan bahwa tidak terdapat autokorelasi antar galat.
- Tolak  $H_0$  jika nilai  $d_L \leq d \leq d_U$  atau  $4 - d_U \leq d \leq 4 - d_L$  memberikan keputusan bahwa tidak dapat dilakukan pengambilan keputusan.

## 2.5 Analisis Spasial

Analisis spasial merupakan teknik analisis yang mengacu pada teknik analisis data spasial berdasarkan lokasi dan fitur objek geografis yang bertujuan untuk mengumpulkan dan menceritakan informasi spasial yang ada (Renzhong, 1994). Tobler dalam Anselin (2009) menyatakan dalam hukum pertama geografi (*Tobler's Law*) bahwa “*everything is related to everything else, but near things are more related than distant things*”. Hukum ini memiliki arti bahwa segala sesuatu yang mempunyai keterikatan hubungan dengan segala sesuatu yang lain, akan tetapi sesuatu yang lebih dekat memiliki keterikatan yang lebih kuat dibandingkan dengan sesuatu yang jauh.

## 2.6 Matriks Pembobot Spasial

Matriks pembobot spasial merupakan salah satu elemen penting dalam melakukan analisis spasial. Pemilihan matriks pembobot spasial yang sesuai akan menghasilkan *error* yang relatif kecil dan dapat menduga parameter yang diinginkan dengan akurasi yang baik.

Menurut Smith (2014), matriks pembobot spasial secara umum dibagi tiga jenis yaitu 1) matriks pembobot spasial yang didasarkan pada jarak/*distance*; 2) matriks pembobot spasial yang didasarkan pada batasan/*boundaries*; dan 3) matriks pembobot spasial yang didasarkan pada kombinasi jarak dan batasan (*combined distance-boundary*). Matriks pembobot spasial yang didasarkan pada jarak/*distance* dapat dikategorikan menjadi lima jenis yaitu matriks radial, matriks pangkat, matriks pangkat ganda, matriks eksponensial, dan matriks *k* tetangga terdekat (*k-nearest neighbour*). Sedangkan matriks pembobot spasial yang didasarkan pada batasan/*boundaries* memiliki dua jenis yaitu matriks *shared-boundary* dan matriks kontiguitas spasial. Matriks kontiguitas spasial dibagi kembali menjadi tiga kategori yaitu matriks *rook contiguity*, matriks *bishop contiguity*, dan matriks *queen contiguity*.

### 2.6.1. Matriks Pembobot Spasial Pangkat

Matriks pembobot spasial pangkat (*power*) mengasumsikan bahwa bobot merupakan fungsi yang berpangkat negatif dari jarak. Persamaan elemen matriks pembobotnya disajikan pada persamaan (2.16) (Smith, 2014):

$$w_{ij} = d_{ij}^{-\alpha} \quad (2.16)$$

Derajat pangkat ( $\alpha$ ) merupakan bilangan positif dan  $d_{ij}$  merupakan jarak *euclidean* dari lokasi *i* ke lokasi *j*. Menurut Johnson dan Winchurn (2002), jarak *euclidean* adalah jarak geometris antar dua objek data. Jarak *euclidean* antara lokasi *i* ke lokasi *j* dapat dihitung menggunakan persamaan (2.17).

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{a=1}^n (x_i - x_j)^2} \quad (2.17)$$

dimana:

$d(x_i, x_j)$  : jarak antara lokasi  $i$  ke lokasi  $j$

$x_i$  : titik *centroid* lokasi  $i$

$x_j$  : titik *centroid* lokasi  $j$

### 2.6.2. Matriks Pembobot Spasial *Queen*

Sebuah unit spasial dapat dikatakan sebagai tetangga dari unit spasial lain jika kedua daerah berbagi sudut atau tepi. Oleh karena itu, elemen matriks pembobotnya dapat didefinisikan pada persamaan (2.18):

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika } i \text{ dan } j \text{ bersinggungan} \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases} \quad (2.18)$$

Matriks pembobot spasial pangkat dan *queen* yang telah terstandarisasi (matriks yang pada tiap barisnya memiliki jumlah semua elemennya bernilai 1) perlu dibentuk agar jumlah baris yang ada dalam matriks tersebut seragam. Matriks pembobot spasial pangkat dan *queen* yang telah terstandarisasi dapat disimbolkan dengan  $W$  dan tiap barisnya memenuhi persamaan (2.19),

$$\sum_{i=1}^n w_{i.} = 1 \quad (2.19)$$

Matriks  $W$  dituliskan sebagai berikut:

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & w_{nn} \end{bmatrix}$$

dengan:

$W$  : matriks pembobot spasial yang sudah terstandarisasi berordo

$n \times n$



$w_i$  : jumlah elemen dalam tiap baris ke- $i$  pada matriks  $W$

$w_{ij}$  : elemen matriks  $W$  pada baris ke- $i$  kolom ke- $j$

$n$  : banyaknya *area* kecil

## 2.7 Pendugaan Parameter

Dari pembentukan model yang telah ada, tahap selanjutnya adalah melakukan pendugaan terhadap parameter yang diinginkan. Karena pada persamaan (2.4) merupakan persamaan model campuran linier maka salah satu metode pendugaan parameter yang dapat digunakan adalah *Generalized Least Square* (GLS). Henderson (1984) mengatakan bahwa prinsip kerja GLS dalam menduga parameter dalam model campuran linier adalah dengan meminimumkan  $e^T V^{-1} e$ . Persamaan dari  $e^T V^{-1} e$  dapat dituliskan dalam persamaan (2.20).

$$\begin{aligned} e^T V^{-1} e &= (y - X\beta)^T V^{-1} (y - X\beta) \\ &= [y^T V^{-1} - (X\beta)^T V^{-1}] (y - X\beta) \\ &= y^T V^{-1} y - (X\beta)^T V^{-1} y - y^T V^{-1} X\beta + (X\beta)^T V^{-1} X\beta \\ &= y^T V^{-1} y - 2(X\beta)^T V^{-1} y + (X\beta)^T V^{-1} X\beta \end{aligned} \quad (2.20)$$

Penduga dari  $\beta$  yaitu  $\hat{\beta}$  diperoleh dengan cara meminimumkan  $e^T V^{-1} e$ ; mendiferensiasikan  $e^T V^{-1} e$  terhadap  $\beta$  dan disamakan dengan 0, yang kemudian akan diperoleh persamaan (2.21):

$$\begin{aligned} \frac{\partial e^T V^{-1} e}{\partial \beta} &= 0 \\ \frac{\partial y^T V^{-1} y - 2(X\beta)^T V^{-1} y + (X\beta)^T V^{-1} X\beta}{\partial \beta} &= 0 \\ -2X^T V^{-1} y + 2X^T V^{-1} X\hat{\beta} &= 0 \\ -X^T V^{-1} y + X^T V^{-1} X\hat{\beta} &= 0 \\ X^T V^{-1} X\hat{\beta} &= X^T V^{-1} y \\ \hat{\beta} &= (X^T V^{-1} X)^{-1} X^T V^{-1} y \end{aligned} \quad (2.21)$$

Dimana:

$$\begin{aligned} V^{-1} &= (E + ZGZ^T)^{-1} \\ &= (\text{diag}(\sigma_e^2) + Z\sigma_u^2[(I - \rho W)(I - \rho W)^T]^{-1}Z^T)^{-1} \end{aligned}$$

## 2.8 Uji Autokorelasi Spasial

Menurut Fitriani dan Efendi (2019), autokorelasi spasial adalah korelasi antara variabel yang sama di lokasi yang lainnya. Ada beberapa jenis dalam autokorelasi spasial, yaitu:

- 1) Autokorelasi spasial yang bersifat positif jika nilai pengamatan variabel pada lokasi-lokasi yang berdekatan mempunyai kemiripan.
- 2) Autokorelasi spasial yang bersifat negatif jika nilai pengamatan variabel pada lokasi-lokasi yang berdekatan berbeda jauh.
- 3) Tidak ada autokorelasi spasial jika nilai pengamatan variabelnya memiliki pola acak.

Salah satu uji yang digunakan untuk mendeteksi adanya autokorelasi spasial adalah uji Moran- $I$ . Hipotesis yang digunakan dalam uji Moran- $I$  adalah:

$H_0 : \forall \text{cor}(X_i, X_j) = 0, i \neq j$  (tidak ada autokorelasi spasial pada variabel  $X$ )

$H_1 : \exists \text{cor}(X_i, X_j) \neq 0, i \neq j$  (terdapat autokorelasi spasial pada variabel  $X$ )

Statistik uji Moran- $I$  dapat dituliskan sebagai berikut (Fitriani dan Efendi, 2019):

$$I = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n w_{ij}(X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}, (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (2.22)$$

dengan:

$X_i$  : variabel yang menjadi pengamatan pada lokasi ke  $i$

$X_j$  : variabel yang menjadi pengamatan pada lokasi ke  $j$

$\bar{X}$  : rata-rata variabel

$w_{ij}$  : elemen ke  $ij$  dari matriks pembobot spasial  $W$

Statistik uji  $I$  kemudian dibakukan dan dihitung  $p$ -value dari statistik tersebut (Anselin, 2013):

$$Z = \frac{I - E(I)}{\sqrt{Var(I)}} \quad (2.23)$$

dimana:

$E(I) = \frac{-1}{n-1}$ , nilai harapan dari statistik uji  $I$

$Var(I)$  : ragam dari statistik uji  $I$

Menurut Fitriani dan Efendi (2019),  $Var(I)$  memiliki persamaan sebagai berikut:

$$Var(I) = \frac{nS_4 - S_3S_1(1-2n)}{(n-1)(n-2)(n-3)(\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n w_{ij})^2} \quad (2.24)$$

dimana:

$$S_1 = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n (w_{ij} + w_{ji})^2$$

$$S_2 = \sum_{j=1}^n \left( \sum_{i=1}^n w_{ij} + \sum_{i=1}^n w_{ij} \right)^2$$

$$S_3 = \frac{n^{-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n^{-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2)^2}$$

$$S_4 = (n^2 - 3n + 3) S_1 - nS_2 + 3 \left( \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n w_{ij} \right)^2$$

## 2.9 Uji Normalitas Pengaruh Acak

Pengaruh acak yang digunakan dalam model SEBLUP harus memenuhi asumsi normalitas. Pengujian kenormalan dari pengaruh acak dilakukan dengan menggunakan uji Anderson-Darling. Berikut hipotesis yang ada dalam Uji Anderson-Darling:

$H_0 : v \sim N(0, \sigma_v^2)$  (pengaruh acak menyebar normal)

vs

$H_1 : v \sim N(0, \sigma_v^2)$  (pengaruh acak tidak menyebar normal)



Statistik uji Anderson Darling yang didefinisikan oleh Anderson dan Darling (1954) dapat dituliskan dalam persamaan (2.25).

$$W_n^2 = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (2i-1) [\ln u_i + \{1 - \ln u_{n-i+1}\}] \quad (2.25)$$

Dengan  $u_i = F(X_i)$  adalah fungsi distribusi kumulatif untuk distribusi tertentu dan  $n$  adalah banyaknya sampel yang akan diuji. Jika nilai statistik  $W_n^2$  lebih kecil daripada  $W_n^2$  tabel atau  $p$ -value yang dihasilkan lebih besar daripada taraf nyata yang ditetapkan, maka dapat diinterpretasikan bahwa pada taraf nyata  $\alpha$ , pengaruh acak memiliki distribusi normal.

## 2.10 Uji Normalitas Galat

Salah satu asumsi dalam regresi adalah galat yang dihasilkan diharuskan untuk menyebar normal. Dalam menguji kenormalan galat dapat digunakan uji Anderson-Darling. Uji ini berfokus untuk mengukur jarak antara titik-titik dan *fitted line* yang didasarkan pada distribusi yang ada (dalam hal ini adalah distribusi normal, yang memiliki *fitted line* berupa garis diagonal yang linier). Berikut hipotesis yang ada dalam Uji Anderson-Darling:

$$\begin{aligned} H_0 : e &\sim N(0, \sigma_e^2) \text{ (galat menyebar normal)} & \text{vs} \\ H_1 : e &\not\sim N(0, \sigma_e^2) \text{ (galat tidak menyebar normal)} \end{aligned}$$

Statistik uji Anderson Darling yang didefinisikan oleh Anderson dan Darling (1954) dapat dituliskan dalam persamaan (2.26).

$$W_n^2 = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (2i-1) [\ln u_i + \{1 - \ln u_{n-i+1}\}] \quad (2.26)$$

Dengan  $u_i = F(X_i)$  adalah fungsi distribusi kumulatif untuk distribusi tertentu dan  $n$  adalah banyaknya sampel yang akan diuji. Jika nilai statistik  $W_n^2$  lebih kecil daripada  $W_n^2$  tabel atau  $p$ -value yang dihasilkan lebih besar daripada taraf nyata yang ditetapkan, maka dapat diinterpretasikan bahwa pada taraf nyata  $\alpha$ , galat menyebar normal.

## 2.11 Uji Signifikansi Parameter

Dalam uji signifikansi parameter akan diuji secara parsial dari pengaruh variabel prediktor terhadap variabel respon dengan menggunakan uji  $t$ . Dalam uji  $t$ , statistik uji akan dibandingkan dengan titik kritis yang telah diketahui sebelumnya atau juga dapat dilakukan dengan cara membandingkan nilai peluang ( $p$ -value) dan taraf nyata. Dalam penelitian ini, uji  $t$  digunakan pada analisis variansi pada model regresi linier yang telah dibentuk. Tabel analisis variansi regresi linier dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Analisis Variansi Regresi Linier

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah
Regresi	$p$	$JKR = \frac{(S_{XY})^2}{S_{XX}}$	$KTR = \frac{JKR}{p}$
Galat	$n-p-1$	$JKG = S_{YY} - \left( \frac{(S_{XY})^2}{S_{XX}} \right)$	$KTG = \frac{JKG}{n-p-1}$
Total	$n-1$	$JKT = S_{YY}$	

Dengan:

$$S_{YY} = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n Y_i)^2}{n}$$

$$S_{XX} = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n}$$

$$S_{XY} = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})(Y_i - \bar{y}) = \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{n}$$

Berikut hipotesis yang ada dalam uji  $t$ :

$H_0 : \beta_i = 0$  (variabel  $X_i$  tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel Y) vs

$H_1 : \beta_i \neq 0$  (variabel  $X_i$  berpengaruh signifikan terhadap variabel  $Y$ )  
Sedangkan statistik uji dari uji  $t$  dituliskan pada persamaan (2.27).

$$t_{hitung} = t_{(n-p)} = \frac{\hat{\beta} - \beta_i}{SE(\hat{\beta})} = \frac{\hat{\beta}}{\sqrt{MSE/S_{XX}}} \quad (2.27)$$

Jika nilai  $|t_{hitung}|$  lebih besar dari  $t_{tabel}$  (titik kritis) atau  $p$ -value lebih kecil dari sama dengan taraf nyata ( $\alpha$ ) maka tolak  $H_0$ ; yang berarti pada taraf nyata  $\alpha$ , variabel prediktor memiliki pengaruh yang signifikan secara parsial terhadap variabel respon.

## 2.12 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang membahas mengenai model SEBLUP adalah sebagai berikut.

Tabel 2.2. Penelitian Terdahulu

No.	Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Nusrang, dkk. (2017)	<i>Spatial</i> EBLUP dalam Pendugaan Area Kecil	Metode SEBLUP baik digunakan daripada metode EBLUP salah satunya jika data yang diperoleh merupakan data bangkitan yang melanggar asumsi heterokedasitisas pada galatnya dan antar area terdapat autokorelasi yang kuat.
2	Mutualage (2012)	Metode Prediksi Tak Bias Linier Terbaik Empiris Spasial pada Area Kecil untuk Pendugaan	Metode SEBLUP lebih baik daripada metode pendugaan langsung dan metode EBLUP dalam menduga rata-rata pengeluaran per kapita di desa atau





No.	Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		Pengeluaran Per Kapita	kelurahan di Kabupaten Jember.
3	Asfar (2016)	Studi Penentuan Matriks Pembobot Spasial Optimum Dalam Pendugaan Area Kecil	<p>a) Banyaknya area yang diamati berpengaruh terhadap matriks pembobot spasial yang digunakan</p> <p>b) Pada kasus pendugaan rata-rata pengeluaran per rumah tangga per bulan di Kabupaten/Kota Bogor tahun 2010 diperoleh beberapa rekomendasi matriks pembobot spasial: Untuk jumlah area kecil (<math>m=16</math>), matriks pembobot spasial yang baik untuk digunakan adalah <i>Queen</i>, pangkat ganda, serta kombinasi radial dan <i>Queen</i>. Untuk jumlah area sedang (<math>m=64</math>), matriks pembobot spasial yang baik untuk digunakan adalah KNN, pangkat, serta kombinasi radial dan <i>Queen</i>. Sedangkan untuk jumlah area besar (<math>m=144</math>), matriks pembobot spasial yang baik</p>

No.	Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			untuk digunakan adalah pangkat, <i>Queen</i> , kombinasi eksponensial dan <i>Queen</i> , serta kombinasi radial dan <i>Queen</i> .
4	Haryanto (2018)	Metode <i>Spatial Empirical Best Linear Unbiased Prediction</i> (SEBLUP) Pada Pendugaan Area Kecil Dengan <i>Matrix Contiguity Tipe Rook</i>	Metode SEBLUP REML dengan matriks <i>Rook Contiguity</i> lebih baik digunakan daripada metode penduga langsung dan metode ML untuk menduga jumlah keluarga prasejahtera di Kota Bandar Lampung.
5	Darsyah (2013)	<i>Small Area Estimation</i> terhadap Pengeluaran Per Kapita di Kabupaten Sumenep dengan Pendekatan Nonparametrik	a) Pendekatan SAE menggunakan Kernel-Bootstrap lebih baik digunakan daripada Pendekatan langsung untuk menduga pengeluaran per kapita di Kabupaten Sumenep. b) Pendekatan SAE baik digunakan karena ukuran sampel yang digunakan relatif kecil, dimana hal ini dapat memperkecil ragam dan <i>error</i> nya.

No.	Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			c) Menggunakan satu variabel pendukung, yaitu kepadatan penduduk.
6	Ningtyas, dkk. (2015)	Penerapan Metode <i>Empirical Best Linear Unbiased Prediction</i> (EBLUP) Pada Model Penduga Area Kecil Dalam Pendugaan Pengeluaran Per Kapita Di Kabupaten Brebes	a) Metode EBLUP lebih baik digunakan dalam metode pendugaan pengeluaran per kapita dibandingkan dengan metode pendugaan langsung. b) Variabel pendukung yang berkorelasi dengan pengeluaran per kapita adalah jumlah kelahiran penduduk, jumlah kematian penduduk, jumlah penduduk yang memiliki kendaraan roda 2 dan jumlah sarana kesehatan (puskesmas, poliklinik kesehatan desa, balai pengobatan, rumah sakit khusus, rumah bersalin dan rumah sakit umum).
7	Dewi (2020)	Metode Prediksi Tak Bias Linier Terbaik Empiris Pada Area Kecil Untuk Pengeluaran Per	a) Metode EBLUP lebih baik digunakan daripada metode SEBLUP walau hanya terdapat selisih nilai



No.	Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		Kapita Per Kecamatan Di Provinsi Bali	MSE yang sangat kecil antara keduanya. b) Variabel yang signifikan mempengaruhi pengeluaran per kapita adalah jumlah penduduk, jumlah SD Negeri, dan keluarga pengguna PLN.
8.	Satriya (2016)	<i>Small Area Estimation</i> Pengeluaran Per Kapita Di Kabupaten Bangkalan Dengan Metode Hierarchical Bayes	Variabel pendukung yang berkorelasi dengan pengeluaran per kapita adalah rata- rata anggota keluarga, persentase keluarga miskin, jumlah penduduk yang sedang sekolah, dan kepadatan penduduk.

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Data Penelitian

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder yang bersumber dari BPS tahun 2019. Variabel prediktor yang digunakan sebanyak lima variabel yaitu kepadatan penduduk ( $X_1$ ), jumlah sarana kesehatan ( $X_2$ ), jumlah SD Negeri ( $X_3$ ), rata-rata banyaknya anggota rumah tangga ( $X_4$ ), dan persentase penduduk yang memiliki BPJS kesehatan Penerima Bantuan Iuran ( $X_5$ ). Pemilihan variabel prediktor ini didasarkan pada penelitian terdahulu yang akan dijelaskan pada subbab (3.2).

Sedangkan untuk variabel respon ( $Y$ ) yang digunakan adalah rata-rata pengeluaran per kapita yang diambil dari Statistik Pengeluaran Untuk Konsumsi Rumah Tangga Provinsi Jawa Timur 2019. Populasi dalam penelitian ini merupakan kabupaten/kota yang ada di Provinsi Jawa Timur, yaitu sebanyak 38 kabupaten/kota.

Tabel 3.1. Struktur Data Penelitian

Lokasi /Area kecil	Variabel Prediktor ( $X_i$ )					Variabel Respon ( $Y$ )
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	
1	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$	$y_1$
2	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	$x_{24}$	$x_{25}$	$y_2$
3	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	$x_{34}$	$x_{35}$	$y_3$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$m$	$x_{m1}$	$x_{m2}$	$x_{m3}$	$x_{m4}$	$x_{m5}$	$y_m$

Keterangan:

$X_1$ : Kepadatan penduduk (Jiwa/km<sup>2</sup>)

$X_2$ : Jumlah sarana kesehatan (Unit)

$X_3$ : Jumlah SD Negeri (Unit)

$X_4$ : Rata-rata banyaknya anggota rumah tangga (Jiwa)

$X_5$ : Persentase penduduk yang memiliki BPJS kesehatan Penerima Bantuan Iuran (Persen)

Y: Rata-rata pengeluaran per kapita (Rupiah)

m : banyaknya area kecil

Tiap variabel memiliki skala data yang sama yaitu rasio. Akan tetapi, dikarenakan satuan tiap variabelnya berbeda maka perlu dilakukan standarisasi data.

### 3.2 Variabel Penelitian

Definisi operasional variabel dari penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

#### 3.2.1. Rata-Rata Pengeluaran Per kapita

Rata-rata pengeluaran per kapita per bulan digunakan sebagai ukuran kemiskinan dari suatu wilayah (BPS, 2019). Rata-rata pengeluaran per kapita didefinisikan sebagai biaya yang dikeluarkan dalam waktu satu bulan untuk konsumsi semua anggota rumah tangga dibagi dengan banyaknya anggota rumah tangga dalam rumah tangga tersebut, atau jika dituliskan dalam persamaan matematis dapat dituliskan sebagaimana dalam persamaan (3.1).

$$y = \frac{e}{q} \quad (3.1)$$

Keterangan:

y : rata- rata pengeluaran per kapita perbulan (Rupiah/orang).

e : pengeluaran rumah tangga perbulan (Rupiah).

q : banyaknya anggota rumah tangga (orang).

#### 3.2.2. Kepadatan Penduduk

Menurut Mantra (2011), kepadatan penduduk adalah perbandingan antara jumlah penduduk dengan luas wilayah yang dihuni. Darsyah (2013) menemukan bahwa kepadatan penduduk secara signifikan memiliki pengaruh terhadap rata-rata pengeluaran per kapita per kecamatan di Kabupaten Sumenep.



### **3.2.3. Jumlah Sarana Kesehatan**

Sarana kesehatan adalah tempat yang digunakan untuk menyelenggarakan upaya kesehatan. Sarana kesehatan meliputi balai pengobatan, pusat kesehatan masyarakat, rumah sakit umum, rumah sakit khusus, praktik dokter, praktik dokter gigi, praktik dokter spesialis, praktik dokter gigi spesialis, praktik bidan, toko obat, apotek, pedagang besar farmasi, pabrik obat dan bahan obat, laboratorium, sekolah dan akademi kesehatan, balai pelatihan kesehatan, dan sarana kesehatan lainnya (UU No. 23 Tahun 1992 Tentang: Kesehatan, LN 1992/100; TLN NO. 3495, hal. 2). Penelitian Ningtyas, dkk. (2015) menemukan bahwa jumlah sarana kesehatan (puskesmas, poliklinik kesehatan desa, balai pengobatan, rumah sakit khusus, rumah bersalin dan rumah sakit umum) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pengeluaran per kapita di Kabupaten Brebes. Maka dari itu, dalam penelitian ini menggunakan jumlah sarana kesehatan yaitu jumlah puskesmas, poliklinik kesehatan desa, balai pengobatan, rumah sakit khusus, rumah bersalin dan rumah sakit umum yang ada pada kabupaten/kota di Jawa Timur.

### **3.2.4. Jumlah SD Negeri**

Sekolah Dasar (SD) didefinisikan oleh Ahmadi (2001) sebagai jenjang paling dasar pada pendidikan formal yang ada di Indonesia, ditempuh dalam waktu paling sedikit enam tahun, dimulai dari kelas satu sampai kelas enam, dan merupakan suatu lembaga dengan organisasi yang tersusun rapi dan segala aktivitasnya direncanakan dalam suatu pedoman kurikulum. Dalam penelitian ini, digunakan data jumlah SD Negeri per kecamatan di Provinsi Bali. Penelitian Pertiwi dan Iriawan (2012) dan Dewi (2020) menghasilkan kesimpulan bahwa jumlah SD Negeri memiliki pengaruh yang signifikan terhadap rata-rata pengeluaran per kapita per kabupaten/kota di Jawa Timur.

### **3.2.5. Rata-Rata Banyaknya Anggota Rumah Tangga**

Rata-rata banyaknya anggota rumah tangga diperoleh dengan cara menghitung perbandingan antara jumlah penduduk dengan

jumlah rumah tangga. Menurut Satriya (2016), rata-rata banyaknya anggota rumah tangga memiliki pengaruh yang signifikan dengan rata-rata pengeluaran per kapita di Kabupaten Bangkalan pada tahun 2012.

### **3.2.6. Persentase Penduduk yang Memiliki BPJS Penerima Bantuan Iuran (PBI)**

Jaminan kesehatan adalah jaminan perlindungan kesehatan yang diberikan kepada penerima agar memperoleh manfaat pemeliharaan kesehatan dan perlindungan dalam memenuhi kebutuhan dasar kesehatan yang diberikan kepada setiap orang yang telah membayar iuran atau iurannya dibayar oleh pemerintah (Hastuti dan Fitri, 2016). Jamkesmas atau jamkesda adalah program jaminan kesehatan yang tidak ada lagi digunakan dan sudah digantikan dengan BPJS Kesehatan (Kementrian Kesehatan, 2018). BPJS Kesehatan dibagi menjadi dua jenis, yaitu BPJS PBI dan BPJS Non-PBI. BPJS Penerima Bantuan Iuran (PBI) adalah peserta Jaminan Kesehatan yang diperuntukkan bagi fakir miskin dan orang tidak mampu sebagaimana diamanatkan UU SJSN yang iurannya dibayari Pemerintah sebagai peserta program Jaminan Kesehatan.

### **3.3. Metode Penelitian**

Berikut adalah tahapan-tahapan yang digunakan pada penelitian ini:

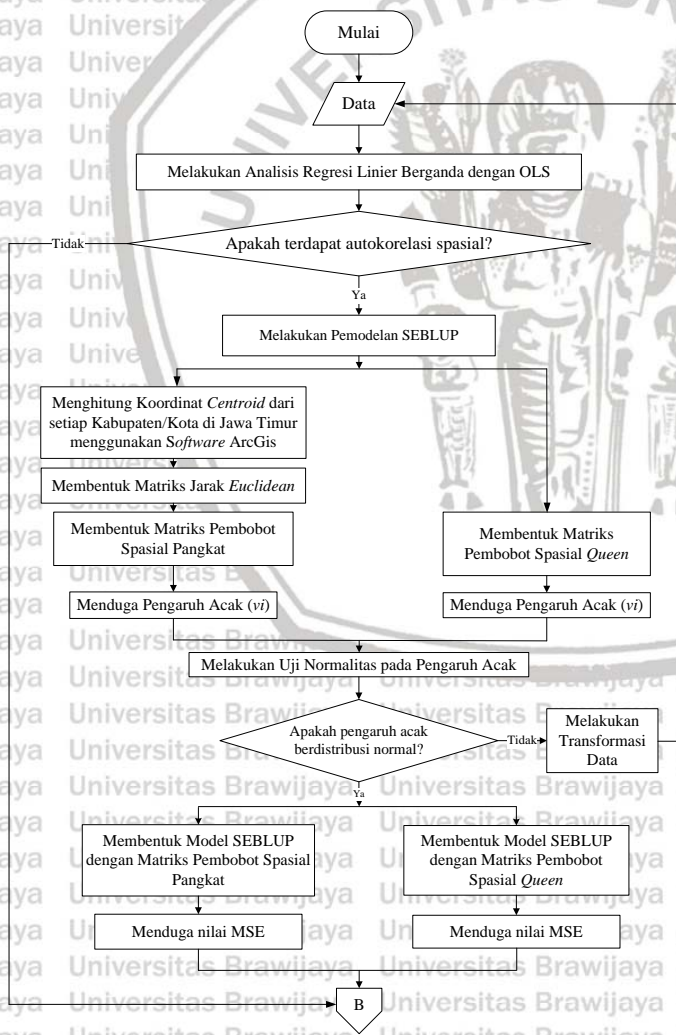
1. Mengumpulkan data dari BPS terkait dengan variabel penelitian yang akan digunakan, yaitu rata-rata pengeluaran per kapita, kepadatan penduduk, jumlah sarana kesehatan, jumlah SD Negeri, rata-rata banyaknya anggota rumah tangga, dan persentase penduduk yang memiliki BPJS kesehatan Penerima Bantuan Iuran yang ada pada setiap kabupaten/kota di Jawa Timur.
2. Melakukan pemodelan regresi linier berganda dengan OLS dan pengujian asumsi sesuai pada subbab 2.4.

3. Melakukan uji asumsi non autokorelasi spasial dengan uji Moran- $I$  sesuai persamaan (2.22), jika terdapat autokorelasi spasial maka dapat dilanjutkan dengan pemodelan SEBLUP.
4. Menghitung koordinat *centroid* dari setiap kabupaten/kota di Jawa Timur dan membentuk matriks jarak *euclidean* sesuai persamaan (2.17).
5. Membentuk matriks pembobot spasial pangkat berdasarkan matriks jarak *euclidean* pada langkah 4 sesuai dengan persamaan (2.16).
6. Membentuk matriks pembobot spasial *queen* sesuai persamaan (2.18).
7. Menduga rata-rata pengeluaran per kapita dengan menerapkan model SEBLUP untuk kabupaten/kota di Jawa Timur dengan menggunakan dua matriks pembobot spasial yang telah dibentuk pada langkah sebelumnya.
8. Menduga koefisien regresi ( $\hat{\beta}$ ) dengan menggunakan GLS pada setiap model SEBLUP sesuai dengan persamaan (2.21).
9. Menduga pengaruh acak ( $v_i$ ) dengan menggunakan GLS pada setiap model SEBLUP sesuai dengan persamaan (2.3).
10. Melakukan uji normalitas pada pengaruh acak ( $v_i$ ) dengan menggunakan uji Anderson-Darling di setiap model SEBLUP sesuai dengan persamaan (2.25).
11. Menduga nilai MSE dari setiap model SEBLUP sesuai dengan persamaan (2.10).
12. Melakukan uji normalitas pada galat yang dihasilkan dengan menggunakan uji Anderson-Darling di setiap model SEBLUP sesuai dengan persamaan (2.26).
13. Membandingkan nilai MSE antar model SEBLUP. Model SEBLUP dengan nilai MSE terkecil merupakan menjadi model terbaik.
14. Melakukan uji signifikansi pada setiap variabel prediktor berdasarkan model SEBLUP terbaik.

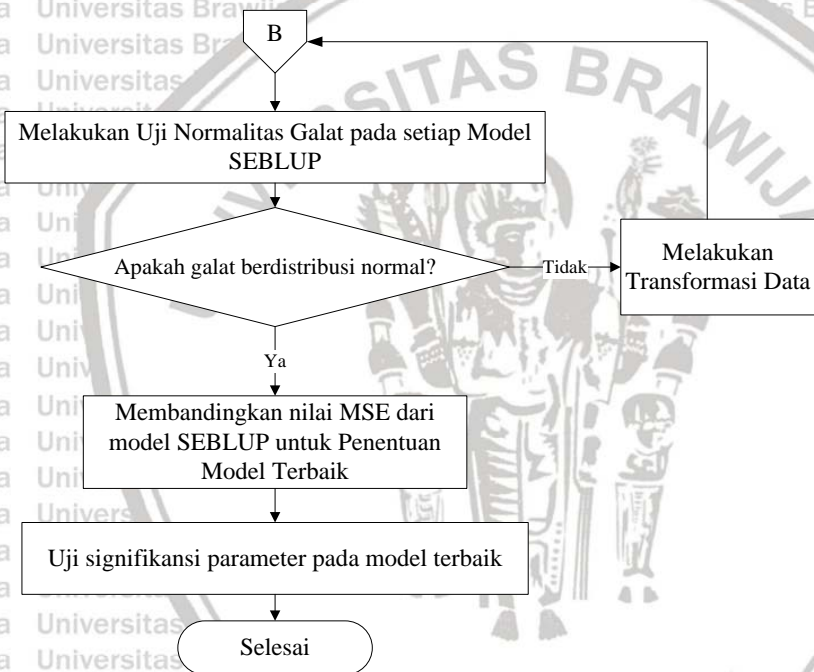


### 3.4. Diagram Alir

Diagram alir dari tahapan-tahapan metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)



*“halaman ini sengaja dikosongkan”*



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisis Deskriptif

Dalam penelitian ini, data variabel yang digunakan terlampir dalam Lampiran 1. Hasil analisis deskriptif dari setiap variabel yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Analisis Deskriptif

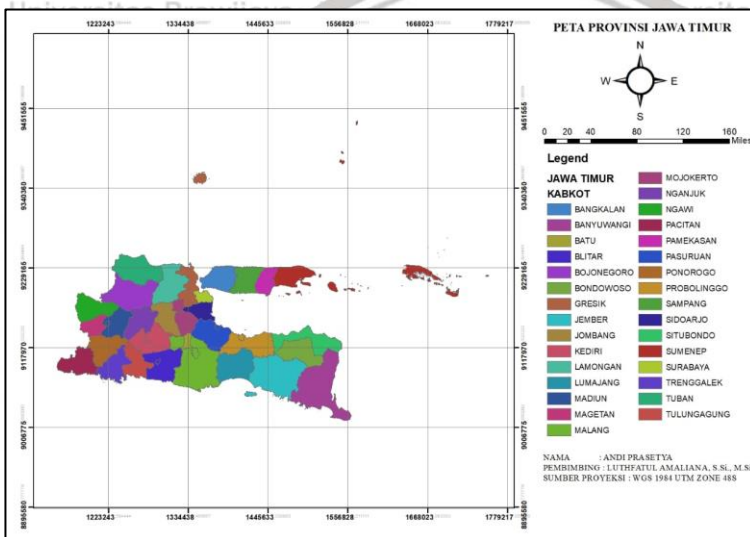
Variabel	Rata-Rata	Minimum	Maksimum
Rata-rata pengeluaran per kapita	1.012.637,079	646.386	2.027.599
Kepadatan Penduduk	1.912,105	279	8.262
Jumlah Sarana Kesehatan	1.440,711	188	3.335
Jumlah SD Negeri	507,5	62	1.136
Rata-Rata Banyaknya Anggota Rumah Tangga	3,645	3	4,2
Persentase Penduduk yang Memiliki BPJS Penerima Bantuan Iuran (PBI)	30,291	10,86	49,82

Dari Tabel 4.1 diatas, dapat diketahui bahwa:

- 1) Rata-rata pengeluaran per kapita di Jawa Timur secara rata-rata memiliki nilai sebesar Rp. 1.012.637,079. Rata-rata pengeluaran per kapita terendah di Jawa Timur sebesar Rp. 646.386 (Kabupaten Sampang). Sedangkan rata-rata pengeluaran per kapita tertinggi di Jawa Timur sebesar Rp. 2.027.599 (Kota Surabaya).
- 2) Kepadatan penduduk di Jawa Timur secara rata-rata sebesar 1.912,105 jiwa/km<sup>2</sup>. Wilayah dengan kepadatan penduduk terendah di Jawa Timur adalah Kabupaten Banyuwangi, yaitu 279 jiwa/km<sup>2</sup>. Sedangkan Kota Surabaya memiliki kepadatan penduduk tertinggi di Jawa Timur dengan 8.262 jiwa/km<sup>2</sup>.

- 3) Jumlah sarana kesehatan di Jawa Timur memiliki rata-rata sebanyak 1.440 unit sarana kesehatan. Kota Blitar merupakan wilayah di Jawa Timur yang memiliki jumlah sarana kesehatan yang paling sedikit jika dibandingkan dengan wilayah lain di Jawa Timur. Sedangkan jumlah sarana Kesehatan terbanyak berada pada wilayah Kabupaten Malang sebanyak 3.335 unit sarana kesehatan.
- 4) Jumlah SD Negeri di Jawa Timur memiliki rata-rata sebesar 597 unit. Wilayah di Jawa Timur yang memiliki jumlah SD Negeri terendah adalah Kota Mojokerto dengan 62 unit. Sedangkan wilayah di Jawa Timur dengan jumlah SD Negeri terbanyak adalah Kabupaten Malang sebesar 1.136 unit.
- 5) Rata-rata banyaknya anggota rumah tangga di Jawa Timur secara rata-rata sebesar 3,645 jiwa. Rata-rata banyaknya anggota rumah tangga terendah di Jawa Timur sebesar 3 jiwa (Kabupaten Bondowoso). Sedangkan banyaknya anggota rumah tangga tertinggi di Jawa Timur sebesar 4,2 jiwa (Kabupaten Bangkalan).
- 6) Persentase Penduduk yang Memiliki BPJS Penerima Bantuan Iuran (PBI) di Jawa Timur secara rata-rata sebesar 30,291%. Persentase penduduk yang memiliki BPJS Penerima Bantuan Iuran (PBI) terendah di Jawa Timur sebesar 10,86% (Kota Batu). Sedangkan persentase penduduk yang memiliki BPJS Penerima Bantuan Iuran (PBI) tertinggi di Jawa Timur sebesar 49,82% (Kabupaten Bondowoso).

Berikut peta kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur disajikan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Peta Provinsi Jawa Timur

## 4.2. Pemodelan dan Uji Asumsi pada Analisis Regresi Linier Berganda

Dalam penelitian ini, variabel respon akan dimodelkan terhadap variabel prediktor menggunakan regresi linier berganda menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS). Dari model tersebut, kemudian akan diperoleh *residual* model yang akan menjadi representasi data untuk kemudian diuji menggunakan uji Moran-I.

Adapun hasil dari pemodelan data menggunakan analisis regresi linier berganda dan *residual* model berturut-turut disajikan dalam Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

Tabel 4.2. Hasil Analisis Regresi Linier Berganda

	Koefisien	Standard Error	P-value
Intersep	1.618.761	273.959,9	<0,001
X <sub>1</sub>	80,02	11,35	<0,001
X <sub>2</sub>	329,92	57,4	<0,001
X <sub>3</sub>	-1.044,41	207,41	<0,001
X <sub>4</sub>	-111.958	70.837,92	0,124
X <sub>5</sub>	-9.783,31	1.795,91	<0,001



Tabel 4.3. *Residual* Model Analisis Regresi Linier Berganda

Kabupaten/Kota	<i>Residual</i>	Kabupaten/Kota	<i>Residual</i>
Kab. Pacitan	-112.951	Kab. Magetan	140.562,8
Kab. Ponorogo	32.752,54	Kab. Ngawi	6.641,663
Kab. Trenggalek	1.623,776	Kab. Bojonegoro	60.105,05
Kab. Tulungagung	43.534,65	Kab. Tuban	93.874,75
Kab. Blitar	-33.367,2	Kab. Lamongan	57.420,49
Kab. Kediri	-179.265	Kab. Gresik	146.487,7
Kab. Malang	26.857,3	Kab. Bangkalan	-8.041
Kab. Lumajang	-137.506	Kab. Sampang	-49.756,4
Kab. Jember	-123.046	Kab. Pamekasan	-75.818,1
Kab. Banyuwangi	-62.495,6	Kab. Sumenep	75.564,05
Kab. Bondowoso	12.742,68	Kota Kediri	-114.974
Kab. Situbondo	-127.846	Kota Blitar	-60.407,3
Kab. Probolinggo	-4.753,43	Kota Malang	121.165,1
Kab. Pasuruan	-53.263	Kota Probolinggo	26.672,55
Kab. Sidoarjo	43.993,15	Kota Pasuruan	-136.709
Kab. Mojokerto	-1.635,02	Kota Mojokerto	-54.230,8
Kab. Jombang	-24.251,9	Kota Madiun	128.043,9
Kab. Nganjuk	227.978,7	Kota Surabaya	25.937,98
Kab. Madiun	37.916,87	Kota Batu	50.440,77

#### 4.2.1. Uji Asumsi Non Multikolinieritas

Pengujian asumsi non multikolinieritas dengan VIF yang telah disebutkan pada persamaan (2.12) menghasilkan nilai VIF yang disajikan pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4. Hasil Nilai VIF

Variabel	VIF
$X_1$	2,363
$X_2$	8,505
$X_3$	9,182
$X_4$	1,156
$X_5$	1,052

Karena nilai VIF yang diperoleh pada masing-masing variabel prediktor lebih kurang dari 10, maka dapat disimpulkan bahwa antar variabel prediktor tidak terjadi multikolinieritas.

#### 4.2.2. Uji Asumsi Normalitas Galat

Pengujian asumsi normalitas galat dari model regresi linier berganda yang dibentuk sebelumnya menghasilkan *P-value* sebesar 0,7785. Karena *p.value* >  $\alpha$  (0,05), maka terima  $H_0$  dan disimpulkan bahwa pada taraf nyata 5%, galat model telah menyebar normal.

#### 4.2.3. Uji Asumsi Homoskedastisitas

Pengujian asumsi homoskedastisitas dari ragam galat model regresi linier berganda yang dibentuk sebelumnya menghasilkan *P-value* sebesar 0,991. Karena *p.value* >  $\alpha$  (0,05), maka terima  $H_0$  dan disimpulkan bahwa pada taraf nyata 5%, galat model memiliki ragam yang homogen.

#### 4.2.4. Uji Asumsi Non Autokorelasi

Pengujian asumsi non autokorelasi dari model regresi linier berganda yang dibentuk sebelumnya menghasilkan *P-value* sebesar 0,1139. Karena *p.value* >  $\alpha$  (0,05), maka terima  $H_0$  dan disimpulkan bahwa pada taraf nyata 5%, tidak terjadi autokorelasi dalam model yang dibentuk.

### 4.3. Uji Autokorelasi Spasial

Sebelum model SEBLUP dibentuk, diperlukan adanya pengecekan terhadap adanya autokorelasi spasial dalam data yang digunakan. Uji autokorelasi spasial yang sering digunakan adalah uji Moran-*I*.

Dari Tabel 4.3 tersebut kemudian akan diuji apakah terdapat autokorelasi spasial dalam data yang digunakan menggunakan uji Moran-*I*. Hipotesis yang digunakan dalam uji Moran-*I* adalah:

$H_0 : \forall cor(X_i, X_j) = 0, i \neq j$  (tidak ada autokorelasi spasial pada variabel X)

$H_1 : \exists cor(X_i, X_j) \neq 0, i \neq j$  (terdapat autokorelasi spasial pada variabel X)

Dalam uji ini, matriks pembobot spasial yang digunakan akan dilibatkan. Dalam penelitian ini, matriks pembobot yang digunakan adalah matriks pembobot spasial pangkat dan *queen*. Hasil dari uji Moran-*I* disajikan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil Uji Autokorelasi Spasial

Matriks Pembobot Spasial	Statistik Moran- <i>I</i>	<i>P-value</i>
Pangkat	0,08242146	0,01512
<i>Queen</i>	0,2762446	0,01004

Berdasarkan Tabel 4.5, karena *P-value* yang dihasilkan lebih kecil dari taraf nyata yang ditetapkan ( $\alpha = 0,05$ ) maka tolak  $H_0$  dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan matriks pembobot spasial pangkat dan *queen*, data memiliki autokorelasi spasial satu sama lain sehingga model SEBLUP dapat digunakan.

#### 4.4. Model SEBLUP

Berdasarkan hasil uji autokorelasi spasial yang telah dilakukan sebelumnya, maka data yang digunakan dapat dilakukan pemodelan SEBLUP. Model SEBLUP merupakan model spasial yang mengakomodir data yang dimana pengaruh area yang memiliki korelasi spasial. Secara umum, model SEBLUP memiliki persamaan model sebagaimana disajikan dalam persamaan (2.4)

Dengan catatan bahwa  $y$  merupakan vektor rata-rata pengeluaran per kapita kabupaten/kota yang berordo  $38 \times 1$ ,  $X$  merupakan matriks dari variabel prediktor di tiap kabupaten/kota yang berordo  $38 \times 5$ ,  $\beta$  merupakan vektor dari koefisien regresi yang dihasilkan dari pendugaan menggunakan metode GLS yang berordo  $5 \times 1$ ,  $Z$  merupakan matriks insidensial yang secara spesifik dalam penelitian ini berperan sebagai matriks identitas,  $I$  merupakan matriks identitas yang berordo  $38 \times 38$ . Sedangkan  $\rho$  merupakan koefisien autoregresi spasial,  $W$  merupakan matriks pembobot spasial yang akan digunakan dan memiliki ordo  $38 \times 38$ ,  $u$  merupakan vektor galat yang dihasilkan dari pengaruh acak dengan ordo  $38 \times 1$ , serta  $e$  merupakan vektor galat dari sampel dengan  $38 \times 1$ .



Sebelum masuk ke metode SEBLUP, dikarenakan satuan data yang digunakan berbeda di tiap variabelnya, maka perlu dilakukan standarisasi. Data yang telah distandarisasi dapat dilihat pada Lampiran 2.

Dari data yang telah distandarisasi tersebut, kemudian dapat dilakukan pemodelan SEBLUP. Langkah pertama dalam pembentukan model SEBLUP adalah menentukan matriks pembobot spasial yang digunakan. Pemilihan matriks pembobot spasial yang digunakan berpengaruh dalam hasil pendugaan yang ada. Dalam penelitian ini, matriks pembobot spasial yang digunakan adalah matriks pembobot spasial pangkat (tipe jarak) dan matriks pembobot spasial *queen* (tipe kontiguitas).

## 4.5. Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial Pangkat

### 4.5.1. Matriks Pembobot Spasial Pangkat

Matriks pembobot spasial pangkat yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan derajat pangkat ( $\alpha$ ) sebesar 1,5. Matriks pembobot spasial pangkat yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 3.

Untuk matriks pembobot spasial pangkat, berikut hasil pendugaan dari nilai terhadap koefisien regresi ( $\beta$ ), pengaruh acak ( $v_i$ ) dan koefisien autoregresi ( $\rho$ ). Koefisien autoregresi ( $\rho$ ) dalam matriks pembobot ini sebesar 0,6987101. Hasil pendugaan koefisien regresi ( $\beta$ ), pengaruh acak ( $v_i$ ) berturut-turut disajikan dalam Tabel 4.6 dan Tabel 4.7.

Tabel 4.6. Nilai Dugaan Koefisien Regresi ( $\hat{\beta}$ )

Variabel	Koefisien Regresi ( $\hat{\beta}$ )	Variabel	Koefisien Regresi ( $\hat{\beta}$ )
ZX <sub>1</sub>	0,67801	X <sub>1</sub>	3,391,923269
ZX <sub>2</sub>	0,62432	X <sub>2</sub>	1,951,872507
ZX <sub>3</sub>	-0,61101	X <sub>3</sub>	348,7631463
ZX <sub>4</sub>	-0,03997	X <sub>4</sub>	3,634959274
ZX <sub>5</sub>	-0,14003	X <sub>5</sub>	29,00273963

Tabel 4.7. Nilai Dugaan Pengaruh Acak ( $\hat{v}_i$ )

Kabupaten/Kota	Nilai Duga Pengaruh Acak	Kabupaten/Kota	Nilai Duga Pengaruh Acak
Kab. Pacitan	-0,06993	Kab. Magetan	0,05646
Kab. Ponorogo	-0,05695	Kab. Ngawi	0,03975
Kab. Trenggalek	-0,12923	Kab. Bojonegoro	-0,06104
Kab. Tulungagung	-0,15423	Kab. Tuban	-0,03067
Kab. Blitar	0,13664	Kab. Lamongan	-0,01991
Kab. Kediri	-0,19361	Kab. Gresik	0,00752
Kab. Malang	0,06867	Kab. Bangkalan	0,03383
Kab. Lumajang	-0,11319	Kab. Sampang	-0,06025
Kab. Jember	-0,02300	Kab. Pamekasan	0,06489
Kab. Banyuwangi	0,05557	Kab. Sumenep	0,04832
Kab. Bondowoso	0,04116	Kota Kediri	-0,27247
Kab. Situbondo	0,07195	Kota Blitar	0,10865
Kab. Probolinggo	-0,11510	Kota Malang	0,32160
Kab. Pasuruan	-0,15074	Kota Probolinggo	-0,17919
Kab. Sidoarjo	0,00741	Kota Pasuruan	-0,18503
Kab. Mojokerto	0,10138	Kota Mojokerto	0,08631
Kab. Jombang	-0,03179	Kota Madiun	0,15629
Kab. Nganjuk	-0,15260	Kota Surabaya	0,01181
Kab. Madiun	0,12854	Kota Batu	0,32934

#### 4.5.2. Uji Normalitas Pengaruh Acak dan Galat

Berikut adalah hasil pengujian normalitas pengaruh acak dan galat model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial pangkat disajikan dalam Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Hasil Uji Normalitas Pengaruh Acak dan Galat Model SEBLUP Matriks Pembobot Spasial Pangkat

Komponen Model	Statistik Anderson-Darling	<i>P-value</i>
Pengaruh acak	0,43426	0,2861
Galat	0,25341	0,7154

Berdasarkan Tabel 4.8, karena  $P\text{-value} > \alpha$  (0,05), maka terima  $H_0$  dan dapat disimpulkan bahwa pengaruh acak dan galat dari model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial pangkat telah berdistribusi normal.

#### 4.5.3. Uji Signifikansi Parameter

Uji signifikansi parameter digunakan untuk mengetahui apakah parameter yang digunakan secara nyata berpengaruh. Pengujian signifikansi dapat dilakukan dengan menggunakan uji- $t$ . Berikut hipotesis yang ada dalam uji- $t$ :

$H_0 : \beta_i = 0$  (variabel tidak memiliki pengaruh signifikan) vs

$H_1 : \beta_i \neq 0$  (variabel memiliki pengaruh signifikan)

Hasil pengujian signifikansi parameter pada model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial pangkat disajikan dalam Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Hasil Uji Signifikansi Parameter

Variabel	Koefisien Regresi ( $\hat{\beta}$ )	<i>P-value</i>
$ZX_1$	0,67801445	<0,0001
$ZX_2$	0,62432345	0,0124
$ZX_3$	-0,61101495	0,0296
$ZX_4$	-0,03997128	0,3525
$ZX_5$	-0,14003132	0,0884

Berdasarkan Tabel 4.9,  $\hat{\beta}_1$ ,  $\hat{\beta}_2$ , dan  $\hat{\beta}_3$  memiliki nilai  $P\text{-value}$  yang lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai  $\alpha$  (0,05), maka tolak  $H_0$ . Maka dapat disimpulkan bahwa pada taraf nyata 5%, variabel  $X_1$ ,  $X_2$ , dan  $X_3$  yang digunakan pada model SEBLUP dengan matriks



pembobot spasial pangkat berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon.

#### 4.5.4. Pembentukan Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial Pangkat

Nilai dugaan dari koefisien regresi ( $\hat{\beta}_i$ ) dan pengaruh acak ( $\hat{v}_i$ ) yang sebelumnya telah dibentuk, kemudian dapat digunakan untuk membentuk persamaan model SEBLUP matriks pembobot spasial pangkat. Persamaan model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial pangkat diberikan pada persamaan (4.1) berikut.

$$\begin{aligned}\hat{y}_i^{Pangkat} &= \mathbf{x}_i \hat{\boldsymbol{\beta}} + \hat{v}_i + e_i \\ &= x_{1i} \hat{\beta}_1 + x_{2i} \hat{\beta}_2 + x_{3i} \hat{\beta}_3 + x_{4i} \hat{\beta}_4 + x_{5i} \hat{\beta}_5 + \hat{v}_i + e_i \\ &= 3.391,923 x_{1i} + 1.951,873 x_{2i} + 348,763 x_{3i} + \\ &\quad 3,635 x_{4i} + 29,003 x_{5i} + \hat{v}_i + e_i \quad (4.1)\end{aligned}$$

Dari persamaan model diatas, dapat disimpulkan bahwa:

- Jika kepadatan penduduk bertambah 1 jiwa/km<sup>2</sup>, maka rata-rata pengeluaran per kapita akan naik sebesar Rp. 3.391,923.
- Jika jumlah sarana kesehatan bertambah 1 unit, maka rata-rata pengeluaran per kapita akan naik sebesar Rp. 1.951,873.
- Jika jumlah SD Negeri bertambah 1 unit, maka rata-rata pengeluaran per kapita akan naik sebesar Rp. 348,763.
- Jika rata-rata banyaknya anggota rumah tangga bertambah 1 jiwa/rumah tangga, maka rata-rata pengeluaran per kapita akan naik sebesar Rp. 3,635.
- Jika persentase penduduk yang memiliki BPJS Penerima Bantuan Iuran (PBI) bertambah 1%, maka rata-rata pengeluaran per kapita akan naik sebesar Rp. 29,003.

Berikut Tabel 4.10 merupakan nilai dugaan dari rata-rata pengeluaran per kapita yang dihasilkan dari persamaan (4.1).

Tabel 4.10. Hasil Nilai Dugaan dari Rata-Rata Pengeluaran Per Kapita (Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial Pangkat)

Kabupaten /Kota	Nilai Duga Rata-Rata Pengeluaran Per Kapita	Kabupaten /Kota	Nilai Duga Rata-Rata Pengeluaran Per Kapita
Kab. Pacitan	852.665,1	Kab. Magetan	870.658,6
Kab. Ponorogo	820.024,4	Kab. Ngawi	842.900,3
Kab. Trenggalek	802.554,1	Kab. Bojonegoro	809.944,3
Kab. Tulungagung	817.581,6	Kab. Tuban	837.935,9
Kab. Blitar	916.158,1	Kab. Lamongan	917.298,5
Kab. Kediri	918.230	Kab. Gresik	1.048.230
Kab. Malang	951.210	Kab. Bangkalan	806.573,4
Kab. Lumajang	847.768,6	Kab. Sampang	792.783,1
Kab. Jember	912.694,8	Kab. Pamekasan	882.375,4
Kab. Banyuwangi	959.937,8	Kab. Sumenep	915.152,5
Kab. Bondowoso	812.849,5	Kota Kediri	1.180.012
Kab. Situbondo	922.606,8	Kota Blitar	1.318.557
Kab. Probolinggo	758.483,8	Kota Malang	1.533.494
Kab. Pasuruan	939.056,7	Kota Probolinggo	1.181.675
Kab. Sidoarjo	1.346.032	Kota Pasuruan	1.276.273
Kab. Mojokerto	1.094.893	Kota Mojokerto	1.513.378
Kab. Jombang	976.137,4	Kota Madiun	1.378.312
Kab. Nganjuk	762.440,3	Kota Surabaya	1.891.631
Kab. Madiun	899.080,3	Kota Batu	1.171.957



## 4.6. Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial *Queen*

### 4.6.1. Matriks Pembobot Spasial *Queen*

Matriks pembobot spasial *queen* secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 4. Untuk matriks pembobot spasial *queen*, berikut hasil pendugaan dari nilai terhadap koefisien regresi ( $\beta$ ), pengaruh acak ( $v_i$ ) dan koefisien autoregresi ( $\rho$ ). Koefisien autoregresi ( $\rho$ ) dalam matriks pembobot ini sebesar 0,4895495. Berikut hasil pendugaan koefisien regresi ( $\beta$ ), pengaruh acak ( $v_i$ ) berturut-turut disajikan dalam Tabel 4.11 dan Tabel 4.12.

Tabel 4.11. Nilai Dugaan Koefisien Regresi ( $\hat{\beta}$ )

Variabel	Koefisien Regresi ( $\hat{\beta}$ )	Variabel	Koefisien Regresi ( $\hat{\beta}$ )
ZX <sub>1</sub>	0,716977	X <sub>1</sub>	3,476,962
ZX <sub>2</sub>	0,650984	X <sub>2</sub>	1,973,7
ZX <sub>3</sub>	-0,67142	X <sub>3</sub>	333,0717
ZX <sub>4</sub>	-0,05892	X <sub>4</sub>	3,630324
ZX <sub>5</sub>	-0,15168	X <sub>5</sub>	28,89554

Tabel 4.12. Nilai Dugaan Pengaruh Acak ( $\hat{v}_i$ )

Kabupaten/Kota	Nilai Duga Pengaruh Acak	Kabupaten/Kota	Nilai Duga Pengaruh Acak
Kab. Pacitan	-0,00488	Kab. Magetan	0,011217
Kab. Ponorogo	0,001622	Kab. Ngawi	0,003861
Kab. Trenggalek	-0,00174	Kab. Bojonegoro	0,003226
Kab. Tulungagung	0,000357	Kab. Tuban	0,002631
Kab. Blitar	-0,00098	Kab. Lamongan	0,002669
Kab. Kediri	-0,00276	Kab. Gresik	0,00364
Kab. Malang	-0,00099	Kab. Bangkalan	-0,00104
Kab. Lumajang	-0,00548	Kab. Sampang	-0,00192
Kab. Jember	-0,00239	Kab. Pamekasan	-0,00161
Kab. Banyuwangi	-0,00089	Kab. Sumenep	-0,00025
Kab. Bondowoso	-0,00124	Kota Kediri	-0,00165





Kabupaten/Kota	Nilai Duga Pengaruh Acak	Kabupaten/Kota	Nilai Duga Pengaruh Acak
Kab. Situbondo	-0,00114	Kota Blitar	-0,0005
Kab. Probolinggo	-0,00287	Kota Malang	0,000134
Kab. Pasuruan	0,00055	Kota Probolinggo	-0,0007
Kab. Sidoarjo	0,002317	Kota Pasuruan	-0,00019
Kab. Mojokerto	0,004188	Kota Mojokerto	0,001215
Kab. Jombang	0,000691	Kota Madiun	0,004564
Kab. Nganjuk	0,001996	Kota Surabaya	0,001745
Kab. Madiun	0,005439	Kota Batu	0,001057

#### 4.6.2. Uji Normalitas Pengaruh Acak dan Galat

Berikut adalah hasil pengujian normalitas pengaruh acak dan galat model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial *queen* disajikan dalam Tabel 4.13.

Tabel 4.13. Hasil Uji Normalitas Pengaruh Acak dan Galat Model SEBLUP Matriks Pembobot Spasial *Queen*

Komponen Model	Statistik Anderson-Darling	<i>P-value</i>
Pengaruh acak	0,53483	0,1602
Galat	0,15705	0,9487

Berdasarkan Tabel 4.13, karena  $P\text{-value} > \alpha$  (0,05), maka terima  $H_0$  dan dapat disimpulkan bahwa pengaruh acak dan galat dari model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial *queen* telah berdistribusi normal.

#### 4.6.3. Uji Signifikansi Parameter

Uji signifikansi parameter digunakan untuk mengetahui apakah parameter yang digunakan secara nyata berpengaruh. Pengujian signifikansi dapat dilakukan dengan menggunakan uji-*t*. Berikut hipotesis yang ada dalam uji-*t*:

$H_0 : \beta_i = 0$  (variabel tidak memiliki pengaruh signifikan) vs

$H_1 : \beta_i \neq 0$  (variabel memiliki pengaruh signifikan)

Hasil pengujian signifikansi parameter pada model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial *queen* disajikan dalam Tabel 4.14.

Tabel 4.14. Hasil Uji Signifikansi Parameter

Variabel	Koefisien Regresi ( $\hat{\beta}$ )	<i>P-value</i>
ZX <sub>1</sub>	0,716977	<0,0001
ZX <sub>2</sub>	0,650984	0,00277
ZX <sub>3</sub>	-0,67142	0,00642
ZX <sub>4</sub>	-0,05892	0,2803
ZX <sub>5</sub>	-0,15168	0,0373

Berdasarkan Tabel 4.14,  $\hat{\beta}_1$ ,  $\hat{\beta}_2$ ,  $\hat{\beta}_3$ , dan  $\hat{\beta}_5$  memiliki nilai *P-value* yang lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai  $\alpha$  (0,05), maka tolak  $H_0$ . Maka dapat disimpulkan bahwa pada taraf nyata 5%, variabel  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_5$  yang digunakan pada model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial *queen* berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon.

#### 4.6.4. Pembentukan Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial *Queen*

Nilai dugaan dari koefisien regresi ( $\hat{\beta}_i$ ) dan pengaruh acak ( $\hat{v}_i$ ) yang sebelumnya telah dibentuk, kemudian dapat digunakan untuk membentuk persamaan model SEBLUP matriks pembobot spasial pangkat. Persamaan model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial pangkat diberikan pada persamaan (4.2) berikut.

$$\begin{aligned}
 \hat{y}_i^{Queen} &= \mathbf{x}_i \hat{\boldsymbol{\beta}} + \hat{v}_i + e_i \\
 &= x_{1i} \hat{\beta}_1 + x_{2i} \hat{\beta}_2 + x_{3i} \hat{\beta}_3 + x_{4i} \hat{\beta}_4 + x_{5i} \hat{\beta}_5 + \hat{v}_i + e_i \\
 &= 3,476,962 x_{1i} + 1,973,7 x_{2i} + 333,0717 x_{3i} + \\
 &\quad 3,630 x_{4i} + 28,896 x_{5i} + \hat{v}_i + e_i \quad (4.2)
 \end{aligned}$$

Dari persamaan model diatas, dapat disimpulkan bahwa:

- Jika kepadatan penduduk bertambah 1 jiwa/km<sup>2</sup>, maka rata-rata pengeluaran per kapita akan naik sebesar Rp. 3.476,962.

- Jika jumlah sarana kesehatan bertambah 1 unit, maka rata-rata pengeluaran per kapita akan naik sebesar Rp. 1.973,7.
- Jika jumlah SD Negeri bertambah 1 unit, maka rata-rata pengeluaran per kapita akan naik sebesar Rp. 333,0717.
- Jika rata-rata banyaknya anggota rumah tangga bertambah 1 jiwa/rumah tangga, maka rata-rata pengeluaran per kapita akan naik sebesar Rp. 3.630.
- Jika persentase penduduk yang memiliki BPJS Penerima Bantuan Iuran (PBI) bertambah 1%, maka rata-rata pengeluaran per kapita akan naik sebesar Rp. 28,896.

Berikut Tabel 4.15 merupakan nilai dugaan dari rata-rata pengeluaran per kapita yang dihasilkan dari persamaan (4.2).

Tabel 4.15. Hasil Nilai Dugaan dari Rata-Rata Pengeluaran Per Kapita (Model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial *queen*)

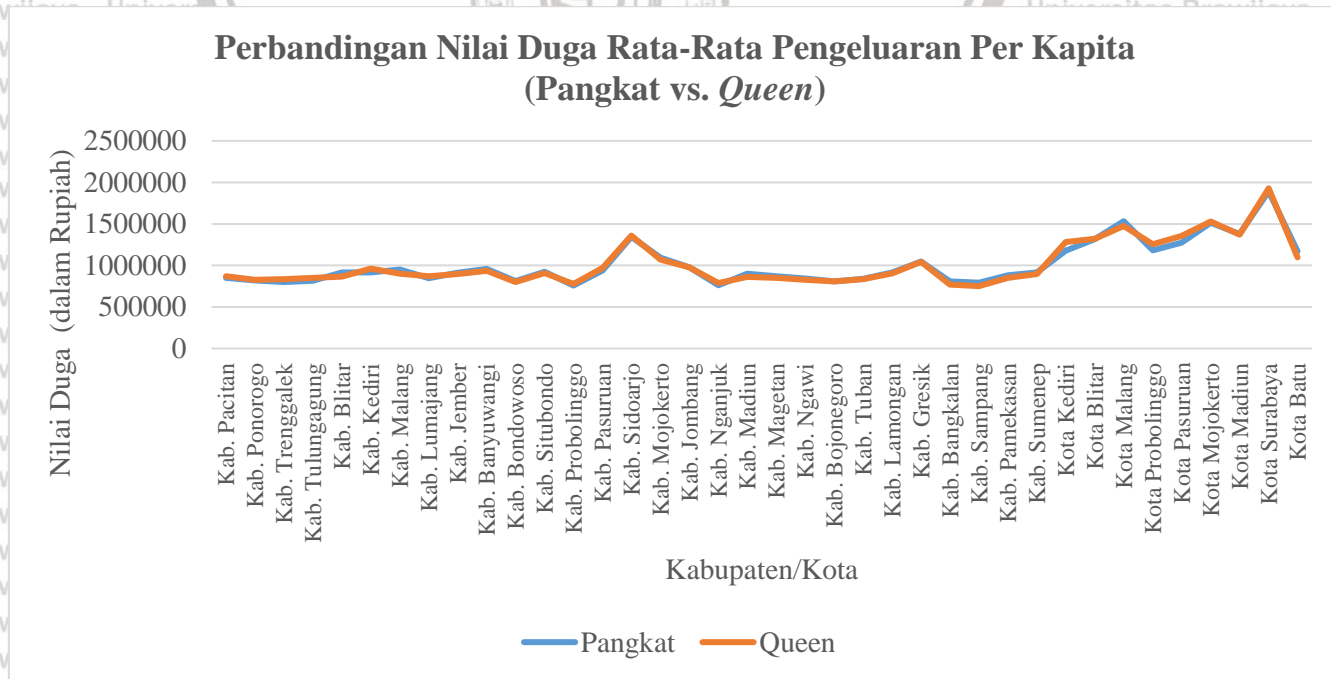
Kabupaten /Kota	Nilai Duga Rata-Rata Pengeluaran Per Kapita	Kabupaten /Kota	Nilai Duga Rata-Rata Pengeluaran Per Kapita
Kab. Pacitan	868.784,6	Kab. Magetan	851.584,2
Kab. Ponorogo	827.252,7	Kab. Ngawi	826.591,9
Kab. Trenggalek	834.922	Kab. Bojonegoro	810.079,7
Kab. Tulungagung	850.694,4	Kab. Tuban	834.035,7
Kab. Blitar	867.123,1	Kab. Lamongan	905.731,6
Kab. Kediri	962.671,9	Kab. Gresik	1.045.491
Kab. Malang	902.807	Kab. Bangkalan	768.922,3
Kab. Lumajang	870.563	Kab. Sampang	751.549,9
Kab. Jember	895.979,5	Kab. Pamekasan	849.959
Kab. Banyuwangi	935.428,5	Kab. Sumenep	896.601,6
Kab. Bondowoso	799.416,1	Kota Kediri	1.282.197



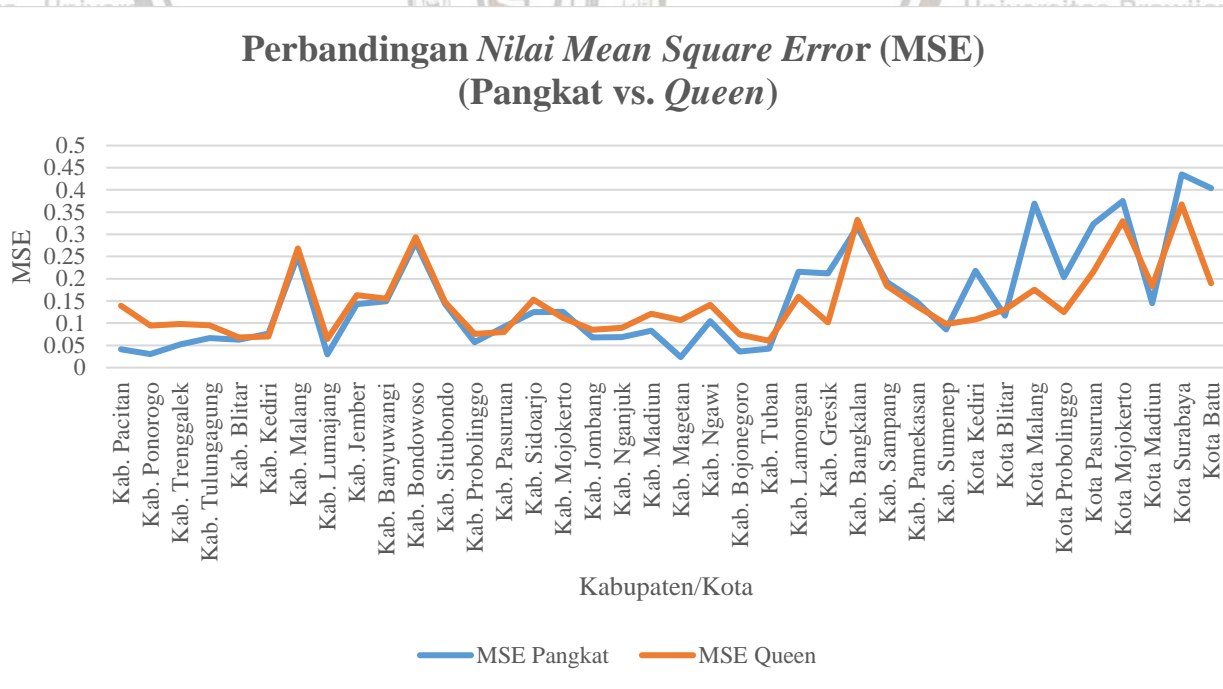
Kabupaten /Kota	Nilai Duga Rata-Rata Pengeluaran Per Kapita	Kabupaten /Kota	Nilai Duga Rata-Rata Pengeluaran Per Kapita
Kab. Situbondo	909.952,9	Kota Blitar	1.319.330
Kab. Probolinggo	776.438,7	Kota Malang	1.475.018
Kab. Pasuruan	971.826,7	Kota Probolinggo	1.256.233
Kab. Sidoarjo	1.358.058	Kota Pasuruan	1.355.056
Kab. Mojokerto	1.071.806	Kota Mojokerto	1.527.945
Kab. Jombang	977.572,7	Kota Madiun	1.369.396
Kab. Nganjuk	789.993,9	Kota Surabaya	1.928.338
Kab. Madiun	863.839,7	Kota Batu	1.096.726

#### 4.7. Perbandingan Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial Pangkat dan Matriks Pembobot Spasial *Queen*

Untuk mengetahui matriks pembobot spasial terbaik dalam memodelkan SEBLUP untuk menduga nilai rata-rata pengeluaran per kapita di setiap kabupaten/kota di Jawa Timur, maka perlu dilakukan perbandingan. Berikut Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 yang berturut-turut menunjukkan perbandingan nilai duga dan nilai MSE yang dihasilkan dari model SEBLUP menggunakan matriks pembobot spasial pangkat dan *queen*.



Gambar 4.2 Perbandingan Nilai Duga Rata-Rata Pengeluaran Per Kapita Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial Pangkat dan Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial *Queen*



Gambar 4.3 Perbandingan Nilai MSE Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial Pangkat dan Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial *Queen*



Dari Gambar 4.2 dapat terlihat bahwa kedua matriks pembobot spasial yang digunakan di beberapa nilai duga rata-rata pengeluaran per kapita kabupaten/kota di Jawa Timur menghasilkan nilai yang tidak jauh berbeda. Hal ini dapat dilihat dari kedua garis pada beberapa titik hampir saling berimpit. Kedua model SEBLUP yang dihasilkan menghasilkan informasi yang sama terkait wilayah dengan nilai duga rata-rata pengeluaran per kapita tertinggi. Wilayah dengan nilai duga rata-rata pengeluaran per kapita tertinggi adalah Kota Surabaya. Sedangkan nilai duga rata-rata pengeluaran per kapita terendah pada model SEBLUP menggunakan matriks pembobot spasial pangkat adalah Kabupaten Probolinggo dan pada model SEBLUP menggunakan matriks pembobot spasial *queen* adalah Kabupaten Sampang.

Sedangkan Gambar 4.3 memberikan informasi bahwa nilai MSE antara model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial pangkat dan model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial *queen* memiliki beberapa perbedaan di beberapa titik dan hampir berimpit pada beberapa titik. Jika hanya dilihat dari grafik tersebut akan sulit untuk menentukan model terbaik antara keduanya. Maka dari itu dihitung rata-rata dari MSE untuk setiap model SEBLUP, sehingga diperoleh hasil yang disajikan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16. Rata-Rata MSE dari Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial Pangkat dan Model SEBLUP dengan Matriks Pembobot Spasial *Queen*

Model SEBLUP	Rata-Rata MSE
Matriks Pembobot Spasial Pangkat	0,15570
Matriks Pembobot Spasial <i>Queen</i>	0,14729

Dari tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwa model SEBLUP terbaik yang dipilih adalah model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial *queen*, karena menghasilkan nilai rata-rata MSE yang lebih kecil.

#### 4.8. Pembahasan

Variabel kepadatan penduduk ( $X_1$ ), jumlah sarana kesehatan ( $X_2$ ), jumlah SD Negeri ( $X_3$ ), dan persentase penduduk yang memiliki BPJS kesehatan Penerima Bantuan Iuran ( $X_5$ ) merupakan variabel yang signifikan dalam penelitian ini, baik pada model SEBLUP dengan menggunakan matriks pembobot spasial pangkat maupun model SEBLUP dengan menggunakan matriks pembobot spasial *queen*. Keempat variabel tersebut merupakan variabel yang mewakili beberapa sektor yang mempengaruhi pengeluaran per kapita. Variabel kepadatan penduduk ( $X_1$ ) merupakan salah satu variabel yang mempengaruhi pengeluaran per kapita dari sisi kependudukan, variabel jumlah sarana kesehatan ( $X_2$ ) dan persentase penduduk yang memiliki BPJS kesehatan Penerima Bantuan Iuran ( $X_5$ ) merupakan salah satu variabel yang mempengaruhi pengeluaran per kapita dari sisi kesehatan, jumlah SD Negeri ( $X_3$ ) merupakan salah satu variabel yang mempengaruhi pengeluaran per kapita dari sisi pendidikan.

Sedangkan, variabel rata-rata banyaknya anggota rumah tangga ( $X_4$ ) pada kedua model SEBLUP tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel pengeluaran per kapita dikarenakan kurang merepresentasikan pengeluaran per kapita. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh data yang digunakan dalam penelitian kurang dapat menjelaskan hubungan antara variabel rata-rata banyaknya anggota rumah tangga dengan variabel pengeluaran per kapita.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Model rata-rata pengeluaran per kapita kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur yang terbentuk adalah sebagai berikut:
  - a. Model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial pangkat
$$\hat{y}_i^{Pangkat} = 3.391,923x_{1i} + 1.951,872 x_{2i} + 348,763 x_{3i} + 3,635 x_{4i} + 29,002x_{5i} + \hat{v}_i + e_i$$
  - b. Model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial *queen*
$$\hat{y}_i^{Queen} = 3.476,942x_{1i} + 1.973,7x_{2i} + 333,0717 x_{3i} + 3,630 x_{4i} + 28,896x_{5i} + \hat{v}_i + e_i$$
2. Dalam menduga rata-rata pengeluaran per kapita kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur, model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial pangkat dipengaruhi secara signifikan oleh kepadatan penduduk ( $X_1$ ), jumlah sarana kesehatan ( $X_2$ ), dan jumlah SD Negeri ( $X_3$ ). Sedangkan model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial *queen* dipengaruhi secara signifikan oleh kepadatan penduduk ( $X_1$ ), jumlah sarana kesehatan ( $X_2$ ), jumlah SD Negeri ( $X_3$ ), dan persentase penduduk yang memiliki BPJS kesehatan Penerima Bantuan Iuran ( $X_5$ ).
3. Model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial *queen* memiliki nilai *Mean Square Error* (MSE) yang lebih kecil dibandingkan dengan model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial pangkat. Hal ini dapat disimpulkan bahwa model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial *queen* memiliki keakuratan model yang lebih baik daripada model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial pangkat. Sehingga, dapat dikatakan bahwa pendugaan rata-rata pengeluaran per kapita kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur dengan model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial *queen* lebih baik jika dibandingkan dengan model SEBLUP dengan matriks pembobot spasial pangkat.



## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini, adapun saran yang dapat diberikan yaitu penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan model SAE level unit dan variabel prediktor lain diluar penelitian ini juga dapat ditambahkan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, A. 2001. Psikologi Sosial. Jakarta: Rineka Cipta.
- Anderson, T. W., dan Darling, D. A. 1954. A test of goodness of fit. *Journal of the American statistical association*, 49(268), 765-769.
- Andriani, D. P. 2016. Aplikasi Komputer dan Pengolahan Data Pengantar Statistika Industri. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Anselin, L. 2013. Spatial econometrics: statistical foundations and applications to regional convergence. USA: Springer Science and Business Media.
- Anselin, L. dan Rey, S. J. 2009. Perspectives on Spatial Data Analysis. USA: Springer.
- Asfar. 2016. Studi Penentuan Matriks Pembobot Optimum dalam Pendugaan Area Kecil. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- BPS. 2016. Indonesia - Survei Sosial Ekonomi Nasional 2016 Maret (KOR). <https://mikrodata.bps.go.id/mikrodata/index.php/catalog/769> diakses pada tanggal 01 September 2020 pada pukul 10.00 WIB.
- BPS. 2019. Kemiskinan dan Ketimpangan. <https://www.bps.go.id/subject/23/kemiskinan-dan-ketimpangan.html>. diakses pada tanggal 26 November 2020 pada pukul 22.00 WIB.
- BPS. 2020. Persentase Penduduk Miskin Maret 2020 naik menjadi 9,78%. <https://www.bps.go.id/pressrelease/2020/07/15/1744/persentase-penduduk-miskin-maret-2020-naik-menjadi-9-78-persen.html#:~:text=Jumlah%20penduduk%20miskin%20pada%20Maret,38%20persen%20pada%20Maret%202020> diakses pada tanggal 08 November 2020 pada pukul 23.40 WIB.

BPS. 2020. Provinsi Jawa Timur Dalam Angka. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur: Surabaya.

Darsyah, M. Y. 2013. Small Area Estimation terhadap Pengeluaran per Kapita di Kabupaten Sumenep Dengan Pendekatan Nonparametrik. Jurnal Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang, 1(2).

Dewi, M. L. S. 2020. Metode Prediksi Tak Bias Linier Terbaik Empiris Pada Area Kecil Untuk Pengeluaran Per Kapita Per Kecamatan Di Provinsi Bali. Skripsi. Universitas Brawijaya, Malang.

Getis, A., dan Aldstadt, J. 2004. Constructing the spatial weights matrix using a local statistic. Geographical analysis, 36(2), 90-104.

Gujarati, D. N. 2003. Basic Econometrics. New York: McGraw-Hill.

Gujarati, D. N. 2006. Dasar-dasar Ekonometrika Jilid 1 dan 2. Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga.

Gujarati, D., dan Porter, D. 2010. Dasar-Dasar Ekonometrika terjemahan. Jakarta: Salemba Empat.

Haryanto, L. L. Metode Spatial Empirical Best Linear Unbiased Prediction (SEBLUP) Pada Pendugaan Area Kecil Dengan Matrix Contiguity Tipe Rook. Skripsi. Universitas Lampung, Lampung.

Hastuti, R.P. dan Fitri, F.M. 2016. Asuransi Konvensional, Syariah dan BPJS. Yogyakarta: Parama Publishing.

Henderson, C. R. 1984. Applications of linear models in animal breeding (Vol. 462). Guelph: University of Guelph.

Kementrian Kesehatan. 2018. Cara mengganti kartu Jamkesmas/Jamkesda menjadi KIS BPJS. <https://promkes.kemkes.go.id/cara-mengganti-kartu-jamkesmas--jamkesda-menjadi-kis-bpjs#:~:text=Perlu%20diketahui%20bahwa%20Jamkesmas%20atau,ada%20lagi%20>





20dan%20sudah%20digantikan. Diakses pada tanggal 02 Februari 2021.

Mantra, I. B. 2011. Demografi Umum. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Molina, I., Salvati N., dan Pratesi M. 2007. Bootstrap for estimating the MSE of the Spatial EBLUP. Working Paper 07-34, Statistic and Econometric Series 08.

Mutualage, D. 2012. Metode Prediksi Tak Bias Linear Terbaik Empiris Spasial Pada Area Kecil Untuk Pendugaan Pengeluaran Per Kapita. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana, IPB.

Ningtyas, R., Rahmawati, R., dan Wilandari, Y. 2015. Penerapan Metode Empirical Best Linear Unbiased Prediction (EBLUP) Pada Model Penduga Area Kecil Dalam Pendugaan Pengeluaran Per Kapita Di Kabupaten Brebes. Jurnal Gaussian, 4(4), 977-986

Nusrang, M., Annas, S., Asfar, A., Hastuty, H., dan Jajang, J. 2017. Spatial EBLUP dalam Pendugaan Area Kecil. Sainsmat, 6(1), 59-66.

Pemerintah Indonesia. 1992. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1992 tentang Kesehatan. Lembaran Negara RI Tahun 1992, No. 100. Sekretariat Negara, Jakarta.

Pertiwi, R. dan Iriawan, N. 2012. Pemodelan Pengeluaran Per Kapita Per Kabupaten/Kota di Kalimantan Barat Menggunakan Metode Bayes Hirarki.

Rao, J. N. K. 2003. Small Area Estimation. John Wiley and Sons, New Jersey (US).

Renzhong, G. 1994. The framework and contents of spatial analysis (in Chinese). Thesis of Academic Seminar of Geographical Information system, Beijing. 56~60.

Saei, A., dan Chambers, R. 2003. Small area estimation: A review of methods based on the application of mixed models.

Satriya, A. M. A. 2016. Small Area Estimation Terhadap Pengeluaran Per Kapita Di Kabupaten Bangkalan Dengan Metode Hierarchical Bayes (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

Smith, T. E. 2014. Areal data analysis (Part III)-Spatial Weights Matrices. Notebook for spatial data analysis [Internet]. diakses pada tanggal 13 Juni 2020 pada pukul 18.00.

Supranto, J. 2009. Statistik Teori dan Aplikasi. Jakarta: Erlangga.

Walpole, R.E. 1995. Pengantar Statistika. Terjemahan R. K Sembiring. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Data variabel respon dan variabel prediktor

Kab/Kota	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
Kab. Pacitan	795.832	400	999	418	3,6	23,71
Kab. Ponorogo	847.840	667	1.384	591	3,5	31,13
Kab. Trenggalek	823.510	607	997	442	3,5	32,8
Kab. Tulungagung	896.574	984	1.443	653	3,6	24,07
Kab. Blitar	844.763	868	1.632	667	3,5	26,58
Kab. Kediri	814.338	1.136	2.106	684	3,7	28,85
Kab. Malang	987.853	738	3.335	1.136	3,7	22,12
Kab. Lumajang	751.678	582	1.487	554	3,6	29,14
Kab. Jember	799.627	792	3.079	1.036	3,5	30,81
Kab. Banyuwangi	971.405	279	2.499	822	3,3	20,82
Kab. Bondowoso	746.274	508	1.294	507	3	49,82
Kab. Situbondo	846.290	409	1.066	435	3,1	23,27
Kab. Probolinggo	715.121	689	1.438	627	3,5	39,02
Kab. Pasuruan	964.049	1104	2.195	716	3,7	25,75
Kab. Sidoarjo	1.514.800	3546	2.203	579	3,8	13,12
Kab. Mojokerto	1.151.054	1157	1.598	413	3,7	24,56
Kab. Jombang	963.592	1133	1.905	548	3,8	36,01
Kab. Nganjuk	943.614	861	1.590	645	3,6	42,92
Kab. Madiun	891.858	658	976	406	3,4	34,22
Kab. Magetan	970.000	913	1.031	478	3,6	30,69
Kab. Ngawi	785.453	641	1.422	540	3,3	43,64
Kab. Bojonegoro	847.561	568	1.930	738	3,6	34,72
Kab. Tuban	906.635	639	1.527	581	3,7	34,74
Kab. Lamongan	944.039	667	2.274	639	3,9	44,13
Kab. Gresik	1.263.950	1.102	1.687	452	3,9	24,26
Kab. Bangkalan	729.813	985	1.390	709	4,2	21,22
Kab. Sampang	646.386	794	1.269	629	4	30,67





### Lampiran 1. Data variabel respon dan variabel prediktor (Lanjutan)

Kab/Kota	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
Kab. Pamekasan	706.967	1.111	1.274	472	3,9	42,48
Kab. Sumenep	1.014.903	545	1.808	656	3,3	27,08
Kota Kediri	1.126.661	4.533	407	138	3,8	31,13
Kota Blitar	1.268.639	4.356	188	62	3,7	22,62
Kota Malang	1.608.906	5.993	773	282	3,7	16,03
Kota Probolinggo	1.253.772	4.186	250	86	3,9	28,89
Kota Pasuruan	1.106.833	5.679	315	65	4	42,71
Kota Mojokerto	1.308.790	7.833	193	62	3,8	46,61
Kota Madiun	1.443.211	5.218	310	72	3,6	35,28
Kota Surabaya	2.027.599	8.262	3.253	667	3,7	24,59
Kota Batu	1.250.019	1.517	220	78	3,8	10,86

Keterangan:

Y: Rata-rata pengeluaran per kapita (Rupiah)

X<sub>1</sub>: Kepadatan Penduduk (Jiwa/km<sup>2</sup>)

X<sub>2</sub>: Jumlah Sarana Kesehatan (Unit)

X<sub>3</sub>: Jumlah SD Negeri (Unit)

X<sub>4</sub>: Rata-Rata Banyaknya Anggota Rumah Tangga (Orang)

X<sub>5</sub>: Persentase BPJS Kesehatan Penerima Bantuan Iuran (PBI)  
(Persen)

## Lampiran 2. Data yang Telah Distandarisasi

ZY	ZX <sub>1</sub>	ZX <sub>2</sub>	ZX <sub>3</sub>	ZX <sub>4</sub>	ZX <sub>5</sub>
-0,74693	-0,69281	-0,5395	-0,34451	-0,18289	-0,7152
-0,56775	-0,57048	-0,06927	0,32141	-0,59169	0,09114
-0,65157	-0,59797	-0,54194	-0,25212	-0,59169	0,27262
-0,39986	-0,42523	0,0028	0,56006	-0,18289	-0,67608
-0,57835	-0,47838	0,23364	0,61395	-0,59169	-0,40331
-0,68317	-0,35559	0,81257	0,67939	0,22592	-0,15663
-0,08539	-0,53794	2,31365	2,41924	0,22592	-0,88799
-0,89905	-0,60942	0,05654	0,17899	-0,18289	-0,12512
-0,73386	-0,5132	2,00098	2,03432	-0,59169	0,05637
-0,14205	-0,74825	1,29257	1,21058	-1,4093	-1,02926
-0,91767	-0,64332	-0,17919	-0,00192	-2,63572	2,12221
-0,57309	-0,68868	-0,45766	-0,27907	-2,22692	-0,76302
-1,02499	-0,5604	-0,00331	0,45998	-0,59169	0,94856
-0,16739	-0,37025	0,92127	0,80256	0,22592	-0,49351
1,73004	0,74861	0,93105	0,27522	0,63473	-1,86603
0,47687	-0,34597	0,19211	-0,36375	0,22592	-0,62283
-0,16897	-0,35697	0,56707	0,15589	0,63473	0,62146
-0,2378	-0,48159	0,18234	0,52927	-0,18289	1,37238
-0,4161	-0,5746	-0,56759	-0,3907	-1,0005	0,42694
-0,14689	-0,45776	-0,50041	-0,11355	-0,18289	0,04333
-0,78269	-0,58239	-0,02285	0,1251	-1,4093	1,45062
-0,56871	-0,61583	0,59761	0,88725	-0,18289	0,48127
-0,36519	-0,5833	0,10539	0,28292	0,22592	0,48344
-0,23633	-0,57048	1,01776	0,50617	1,04353	1,50387
0,86582	-0,37117	0,30081	-0,21363	1,04353	-0,65543
-0,97438	-0,42478	-0,06194	0,77562	2,26995	-0,98579
-1,2618	-0,51229	-0,20972	0,46768	1,45234	0,04115
-1,05308	-0,36705	-0,20362	-0,13665	1,04353	1,32456
0,00781	-0,62637	0,4486	0,57161	-1,4093	-0,34898
0,39283	1,20083	-1,26255	-1,42229	0,63473	0,09114
0,88197	1,11973	-1,53004	-1,71483	0,22592	-0,83365
2,05425	1,86976	-0,81553	-0,868	0,22592	-1,5498
0,83075	1,04184	-1,45431	-1,62245	1,04353	-0,15228
0,32452	1,72589	-1,37492	-1,70329	1,45234	1,34956

## Lampiran 2. Data yang Telah Distandarisasi (Lanjutan)

ZY	ZX <sub>1</sub>	ZX <sub>2</sub>	ZX <sub>3</sub>	ZX <sub>4</sub>	ZX <sub>5</sub>
1,0203	2,7128	-1,52393	-1,71483	0,63473	1,77337
1,4834	1,51468	-1,38103	-1,67634	-0,18289	0,54213
3,49671	2,90936	2,2135	0,61395	0,22592	-0,61957
0,81782	-0,18103	-1,49095	-1,65325	0,63473	-2,11163



### Lampiran 3. Matriks pembobot spasial pangkat

Kabupaten/Kota	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kab. Pacitan	0.000	0.117	0.096	0.043	0.028	0.028	0.016	0.011	0.008	0.005	0.007	0.006	0.009	0.014	0.015
Kab. Ponorogo	0.058	0.000	0.076	0.040	0.022	0.026	0.011	0.007	0.005	0.003	0.004	0.004	0.006	0.010	0.011
Kab. Trenggalek	0.064	0.102	0.000	0.099	0.045	0.038	0.018	0.011	0.007	0.005	0.006	0.005	0.008	0.014	0.015
Kab. Tulungagung	0.018	0.034	0.064	0.000	0.103	0.065	0.020	0.011	0.006	0.004	0.005	0.004	0.007	0.015	0.015
Kab. Blitar	0.008	0.012	0.018	0.065	0.000	0.050	0.024	0.010	0.005	0.003	0.004	0.003	0.006	0.014	0.012
Kab. Kediri	0.010	0.018	0.020	0.053	0.064	0.000	0.020	0.011	0.006	0.003	0.005	0.004	0.008	0.020	0.024
Kab. Malang	0.010	0.013	0.017	0.029	0.053	0.035	0.000	0.063	0.021	0.009	0.014	0.010	0.025	0.058	0.029
Kab. Lumajang	0.007	0.009	0.011	0.016	0.023	0.020	0.066	0.000	0.052	0.015	0.030	0.018	0.080	0.074	0.029
Kab. Jember	0.007	0.008	0.009	0.012	0.016	0.015	0.030	0.072	0.000	0.047	0.152	0.052	0.125	0.032	0.020
Kab. Banyuwangi	0.009	0.010	0.011	0.013	0.016	0.015	0.023	0.036	0.084	0.000	0.129	0.155	0.053	0.025	0.019
Kab. Bondowoso	0.006	0.007	0.008	0.010	0.013	0.012	0.021	0.041	0.153	0.073	0.000	0.143	0.096	0.026	0.018
Kab. Situbondo	0.007	0.008	0.009	0.011	0.013	0.013	0.019	0.032	0.069	0.116	0.189	0.000	0.061	0.024	0.019
Kab. Probolinggo	0.006	0.008	0.008	0.011	0.015	0.015	0.028	0.085	0.097	0.023	0.074	0.035	0.000	0.044	0.025
Kab. Pasuruan	0.005	0.007	0.008	0.013	0.019	0.022	0.036	0.044	0.014	0.006	0.011	0.008	0.024	0.000	0.055
Kab. Sidoarjo	0.005	0.008	0.008	0.012	0.016	0.025	0.017	0.016	0.008	0.004	0.007	0.006	0.013	0.051	0.000
Kab. Mojokerto	0.005	0.008	0.008	0.014	0.018	0.036	0.014	0.011	0.006	0.003	0.005	0.004	0.008	0.029	0.090
Kab. Jombang	0.008	0.013	0.013	0.023	0.026	0.079	0.015	0.011	0.006	0.003	0.005	0.004	0.008	0.023	0.044
Kab. Nganjuk	0.015	0.037	0.026	0.038	0.028	0.061	0.013	0.009	0.005	0.003	0.005	0.004	0.007	0.014	0.020
Kab. Madiun	0.017	0.062	0.023	0.022	0.014	0.021	0.007	0.005	0.003	0.002	0.003	0.002	0.004	0.007	0.009

### Lampiran 3. Matriks pembobot spasial pangkat (Lanjutan)

Kabupaten/Kota	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kab. Magetan	0.036	0.112	0.030	0.021	0.014	0.018	0.008	0.006	0.004	0.003	0.003	0.003	0.005	0.008	0.009
Kab. Ngawi	0.031	0.064	0.026	0.021	0.015	0.020	0.009	0.007	0.005	0.003	0.004	0.004	0.006	0.009	0.012
Kab. Bojonegoro	0.017	0.037	0.022	0.025	0.020	0.033	0.012	0.009	0.006	0.004	0.005	0.005	0.007	0.014	0.020
Kab. Tuban	0.014	0.022	0.017	0.020	0.019	0.028	0.014	0.012	0.009	0.006	0.008	0.007	0.011	0.019	0.032
Kab. Lamongan	0.008	0.013	0.011	0.016	0.016	0.027	0.013	0.012	0.007	0.005	0.007	0.006	0.010	0.021	0.049
Kab. Gresik	0.006	0.009	0.008	0.012	0.013	0.021	0.012	0.012	0.008	0.005	0.007	0.006	0.011	0.024	0.072
Kab. Bangkalan	0.006	0.009	0.008	0.011	0.013	0.017	0.014	0.017	0.012	0.008	0.012	0.011	0.019	0.030	0.054
Kab. Sampang	0.006	0.009	0.008	0.011	0.013	0.016	0.015	0.021	0.017	0.011	0.019	0.017	0.029	0.030	0.038
Kab. Pamekasan	0.007	0.008	0.008	0.011	0.013	0.015	0.017	0.025	0.024	0.017	0.030	0.029	0.040	0.029	0.030
Kab. Sumenep	0.008	0.010	0.010	0.013	0.014	0.016	0.018	0.026	0.030	0.027	0.040	0.049	0.040	0.027	0.027
Kota Kediri	0.013	0.028	0.031	0.092	0.056	0.158	0.016	0.009	0.005	0.003	0.004	0.004	0.007	0.015	0.018
Kota Blitar	0.008	0.013	0.020	0.093	0.449	0.056	0.019	0.008	0.004	0.002	0.004	0.003	0.005	0.012	0.011
Kota Malang	0.006	0.009	0.011	0.021	0.039	0.036	0.074	0.030	0.011	0.005	0.008	0.006	0.015	0.074	0.033
Kota Probolinggo	0.006	0.008	0.008	0.012	0.016	0.017	0.031	0.094	0.036	0.013	0.028	0.018	0.112	0.086	0.036
Kota Pasuruan	0.005	0.007	0.008	0.012	0.016	0.020	0.025	0.034	0.014	0.006	0.011	0.008	0.025	0.221	0.079
Kota Mojokerto	0.005	0.008	0.008	0.013	0.015	0.031	0.012	0.010	0.005	0.003	0.005	0.004	0.008	0.023	0.082
Kota Madiun	0.019	0.081	0.023	0.019	0.012	0.017	0.006	0.004	0.003	0.002	0.003	0.002	0.004	0.006	0.008
Kota Surabaya	0.005	0.008	0.008	0.011	0.013	0.019	0.014	0.015	0.009	0.005	0.008	0.007	0.014	0.034	0.117
Kota Batu	0.006	0.010	0.011	0.023	0.043	0.053	0.042	0.021	0.009	0.004	0.007	0.005	0.012	0.055	0.038

### Lampiran 3. Matriks pembobot spasial pangkat (Lanjutan)

Kabupaten/Kota	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Kab. Pacitan	0.018	0.022	0.035	0.054	0.082	0.055	0.031	0.017	0.016	0.014	0.011	0.009	0.008	0.006	0.036
Kab. Ponorogo	0.015	0.020	0.043	0.099	0.127	0.057	0.032	0.013	0.013	0.011	0.007	0.006	0.005	0.004	0.039
Kab. Trenggalek	0.019	0.025	0.040	0.049	0.046	0.031	0.026	0.013	0.015	0.013	0.009	0.008	0.007	0.005	0.056
Kab. Tulungagung	0.021	0.028	0.038	0.030	0.021	0.016	0.019	0.010	0.013	0.011	0.008	0.006	0.005	0.004	0.109
Kab. Blitar	0.017	0.020	0.017	0.012	0.009	0.007	0.010	0.006	0.008	0.008	0.006	0.005	0.004	0.003	0.042
Kab. Kediri	0.046	0.080	0.050	0.023	0.014	0.012	0.020	0.012	0.018	0.016	0.010	0.007	0.006	0.004	0.151
Kab. Malang	0.031	0.027	0.018	0.014	0.011	0.010	0.013	0.010	0.015	0.017	0.014	0.013	0.012	0.008	0.027
Kab. Lumajang	0.026	0.020	0.013	0.010	0.008	0.008	0.010	0.010	0.014	0.017	0.018	0.018	0.018	0.012	0.016
Kab. Jember	0.018	0.015	0.011	0.009	0.008	0.007	0.009	0.009	0.012	0.015	0.017	0.021	0.024	0.019	0.013
Kab. Banyuwangi	0.017	0.015	0.012	0.010	0.009	0.009	0.011	0.011	0.014	0.016	0.019	0.024	0.030	0.030	0.013
Kab. Bondowoso	0.015	0.013	0.010	0.008	0.007	0.007	0.008	0.009	0.012	0.014	0.018	0.023	0.031	0.026	0.011
Kab. Situbondo	0.016	0.014	0.011	0.009	0.008	0.008	0.009	0.010	0.013	0.016	0.020	0.028	0.039	0.042	0.012
Kab. Probolinggo	0.020	0.016	0.011	0.008	0.007	0.007	0.009	0.009	0.013	0.017	0.021	0.027	0.032	0.020	0.012
Kab. Pasuruan	0.041	0.025	0.013	0.009	0.006	0.006	0.009	0.009	0.016	0.021	0.018	0.016	0.013	0.008	0.016
Kab. Sidoarjo	0.117	0.045	0.017	0.010	0.007	0.007	0.013	0.014	0.033	0.058	0.031	0.018	0.012	0.007	0.017
Kab. Mojokerto	0.000	0.103	0.020	0.011	0.007	0.007	0.013	0.012	0.028	0.032	0.015	0.010	0.007	0.004	0.022
Kab. Jombang	0.130	0.000	0.046	0.020	0.012	0.012	0.024	0.018	0.036	0.030	0.014	0.009	0.007	0.005	0.046
Kab. Nganjuk	0.031	0.058	0.000	0.089	0.033	0.030	0.078	0.023	0.027	0.019	0.011	0.008	0.006	0.004	0.093
Kab. Madiun	0.013	0.018	0.065	0.000	0.074	0.055	0.054	0.013	0.013	0.009	0.006	0.004	0.004	0.003	0.032



### Lampiran 3. Matriks pembobot spasial pangkat (Lanjutan)

Kabupaten/Kota	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Kab. Magetan	0.012	0.016	0.034	0.103	0.000	0.178	0.037	0.014	0.012	0.009	0.006	0.005	0.004	0.003	0.024
Kab. Ngawi	0.014	0.019	0.039	0.097	0.225	0.000	0.058	0.021	0.016	0.012	0.008	0.006	0.005	0.004	0.025
Kab. Bojonegoro	0.027	0.040	0.103	0.096	0.048	0.059	0.000	0.051	0.038	0.024	0.014	0.010	0.008	0.006	0.040
Kab. Tuban	0.036	0.042	0.043	0.035	0.026	0.031	0.074	0.000	0.110	0.056	0.031	0.019	0.014	0.010	0.028
Kab. Lamongan	0.052	0.054	0.032	0.020	0.014	0.015	0.035	0.069	0.000	0.139	0.036	0.019	0.013	0.008	0.023
Kab. Gresik	0.051	0.039	0.020	0.013	0.009	0.010	0.019	0.030	0.119	0.000	0.065	0.025	0.015	0.009	0.017
Kab. Bangkalan	0.034	0.026	0.016	0.011	0.009	0.009	0.015	0.023	0.043	0.089	0.000	0.104	0.040	0.019	0.015
Kab. Sampang	0.026	0.020	0.013	0.010	0.008	0.009	0.013	0.017	0.027	0.042	0.125	0.000	0.147	0.042	0.013
Kab. Pamekasan	0.022	0.018	0.012	0.010	0.008	0.008	0.012	0.015	0.021	0.029	0.057	0.172	0.000	0.100	0.013
Kab. Sumenep	0.022	0.019	0.014	0.012	0.010	0.010	0.013	0.017	0.021	0.027	0.043	0.077	0.157	0.000	0.014
Kota Kediri	0.029	0.048	0.078	0.036	0.020	0.016	0.025	0.012	0.016	0.014	0.009	0.006	0.005	0.004	0.000
Kota Blitar	0.017	0.021	0.019	0.013	0.009	0.008	0.010	0.006	0.008	0.008	0.005	0.004	0.004	0.003	0.053
Kota Malang	0.040	0.030	0.016	0.010	0.008	0.007	0.010	0.008	0.014	0.016	0.012	0.010	0.008	0.005	0.023
Kota Probolinggo	0.026	0.019	0.012	0.009	0.007	0.007	0.009	0.010	0.015	0.021	0.025	0.027	0.027	0.015	0.013
Kota Pasuruan	0.043	0.025	0.012	0.008	0.006	0.006	0.010	0.010	0.018	0.027	0.026	0.021	0.016	0.009	0.014
Kota Mojokerto	0.278	0.111	0.022	0.012	0.008	0.008	0.015	0.015	0.041	0.044	0.017	0.010	0.007	0.005	0.021
Kota Madiun	0.010	0.015	0.042	0.351	0.132	0.072	0.040	0.011	0.010	0.008	0.005	0.004	0.003	0.002	0.025
Kota Surabaya	0.050	0.032	0.015	0.010	0.008	0.008	0.013	0.018	0.046	0.142	0.094	0.034	0.019	0.010	0.015
Kota Batu	0.058	0.043	0.019	0.012	0.008	0.008	0.012	0.009	0.016	0.017	0.012	0.009	0.008	0.005	0.029

### Lampiran 3. Matriks pembobot spasial pangkat (Lanjutan)

Kabupaten/Kota	31	32	33	34	35	36	37	38
Kab. Pacitan	0.031	0.017	0.010	0.013	0.018	0.063	0.013	0.019
Kab. Ponorogo	0.026	0.013	0.007	0.009	0.015	0.133	0.009	0.014
Kab. Trenggalek	0.052	0.020	0.010	0.013	0.019	0.051	0.012	0.022
Kab. Tulungagung	0.156	0.024	0.009	0.013	0.020	0.027	0.011	0.029
Kab. Blitar	0.475	0.029	0.008	0.011	0.015	0.011	0.008	0.034
Kab. Kediri	0.076	0.035	0.011	0.018	0.039	0.019	0.015	0.054
Kab. Malang	0.044	0.124	0.035	0.039	0.026	0.013	0.020	0.075
Kab. Lumajang	0.021	0.053	0.109	0.055	0.022	0.009	0.023	0.039
Kab. Jember	0.015	0.026	0.057	0.031	0.016	0.008	0.019	0.022
Kab. Banyuwangi	0.015	0.021	0.035	0.025	0.017	0.010	0.019	0.019
Kab. Bondowoso	0.012	0.020	0.045	0.026	0.015	0.008	0.018	0.017
Kab. Situbondo	0.013	0.019	0.038	0.025	0.016	0.008	0.019	0.017
Kab. Probolinggo	0.014	0.028	0.138	0.044	0.018	0.008	0.023	0.024
Kab. Pasuruan	0.018	0.077	0.059	0.217	0.032	0.008	0.030	0.061
Kab. Sidoarjo	0.016	0.032	0.023	0.072	0.103	0.009	0.099	0.040
Kab. Mojokerto	0.018	0.030	0.013	0.031	0.271	0.009	0.033	0.047
Kab. Jombang	0.028	0.029	0.012	0.022	0.136	0.016	0.026	0.044
Kab. Nganjuk	0.032	0.018	0.009	0.014	0.033	0.059	0.016	0.024
ab. Madiun	0.016	0.009	0.005	0.007	0.013	0.366	0.008	0.011

### Lampiran 3. Matriks pembobot spasial pangkat (Lanjutan)

Kabupaten/Kota	31	32	33	34	35	36	37	38
Kab. Magetan	0.016	0.009	0.006	0.007	0.012	0.193	0.008	0.011
Kab. Ngawi	0.017	0.011	0.007	0.009	0.015	0.133	0.010	0.012
Kab. Ngawi	0.017	0.011	0.007	0.009	0.015	0.133	0.010	0.012
Kab. Bojonegoro	0.022	0.016	0.010	0.014	0.031	0.073	0.018	0.019
Kab. Tuban	0.020	0.019	0.015	0.021	0.044	0.031	0.036	0.022
Kab. Lamongan	0.017	0.019	0.014	0.024	0.076	0.018	0.056	0.024
Kab. Gresik	0.013	0.019	0.017	0.031	0.070	0.011	0.149	0.022
Kab. Bangkalan	0.013	0.020	0.027	0.041	0.038	0.010	0.136	0.022
Kab. Sampang	0.013	0.020	0.037	0.040	0.027	0.010	0.060	0.020
Kab. Pamekasan	0.012	0.020	0.042	0.036	0.022	0.009	0.039	0.019
Kab. Sumenep	0.014	0.020	0.037	0.031	0.022	0.011	0.033	0.020
Kota Kediri	0.075	0.023	0.009	0.013	0.027	0.029	0.013	0.031
Kota Blitar	0.000	0.024	0.007	0.010	0.014	0.012	0.008	0.029
Kota Malang	0.034	0.000	0.025	0.043	0.030	0.009	0.019	0.246
Kota Probolinggo	0.015	0.037	0.000	0.092	0.023	0.008	0.030	0.031
Kota Pasuruan	0.015	0.046	0.065	0.000	0.036	0.008	0.046	0.043
Kota Mojokerto	0.016	0.023	0.012	0.026	0.000	0.010	0.038	0.032
Kota Madiun	0.014	0.008	0.004	0.006	0.011	0.000	0.007	0.009
Kota Surabaya	0.013	0.022	0.023	0.050	0.057	0.009	0.000	0.025
Kota Batu	0.039	0.231	0.019	0.038	0.039	0.010	0.020	0.000



#### Lampiran 4. Matriks pembobot spasial *queen*

Kabupaten/Kota	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kab. Pacitan	0.000	0.500	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Ponorogo	0.167	0.000	0.167	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Trenggalek	0.333	0.333	0.000	0.333	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Tulungagung	0.000	0.200	0.200	0.000	0.200	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Blitar	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000	0.250	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Kediri	0.000	0.000	0.000	0.167	0.167	0.000	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Malang	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	0.111	0.000	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Lumajang	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.333	0.000	0.333	0.000	0.000	0.000
Kab. Jember	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000	0.250	0.250	0.000
Kab. Banyuwangi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.333	0.000	0.333	0.333
Kab. Bondowoso	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.250	0.000	0.250
Kab. Situbondo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.333	0.333	0.000
Kab. Probolinggo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.143	0.143	0.143	0.000	0.143	0.143
Kab. Pasuruan	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Sidoarjo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Mojokerto	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

#### Lampiran 4. Matriks pembobot spasial *queen* (Lanjutan)

Kabupaten/Kota	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kab. Jombang	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.167	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Nganjuk	0.000	0.167	0.000	0.167	0.000	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Madiun	0.000	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Magetan	0.000	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Ngawi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Bojonegoro	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Tuban	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Lamongan	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Gresik	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Bangkalan	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Sampang	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Pamekasan	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Sumenep	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Kediri	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Blitar	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Malang	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

#### Lampiran 4. Matriks pembobot spasial *queen* (Lanjutan)

Kabupaten/Kota	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kota Probolinggo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Pasuruan	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Mojokerto	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Madiun	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Surabaya	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Batu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.333	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



#### Lampiran 4. Matriks pembobot spasial *queen* (Lanjutan)

Kabupaten/Kota	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Kab. Pacitan	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Ponorogo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.167	0.167	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Trenggalek	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Tulungagung	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Blitar	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Kediri	0.000	0.000	0.000	0.000	0.167	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Malang	0.111	0.111	0.000	0.111	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Lumajang	0.333	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Jember	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Banyuwangi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Bondowoso	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Situbondo	0.333	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Probolinggo	0.000	0.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Pasuruan	0.167	0.000	0.167	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Sidoarjo	0.000	0.250	0.000	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Mojokerto	0.000	0.125	0.125	0.000	0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.125
Kab. Jombang	0.000	0.000	0.000	0.167	0.000	0.167	0.000	0.000	0.000	0.167	0.000	0.167

#### Lampiran 4. Matriks pembobot spasial *queen* (Lanjutan)

Kabupaten/Kota	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Kab. Madiun	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.167	0.000	0.167	0.167	0.167	0.000	0.000
Kab. Magetan	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000	0.250	0.000	0.000	0.000
Kab. Ngawi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.333	0.333	0.000	0.333	0.000	0.000
Kab. Bojonegoro	0.000	0.000	0.000	0.000	0.167	0.167	0.167	0.000	0.167	0.000	0.167	0.167
Kab. Tuban	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.000	0.500
Kab. Lamongan	0.000	0.000	0.000	0.200	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200	0.200	0.000
Kab. Gresik	0.000	0.000	0.250	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250
Kab. Bangkalan	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Sampang	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Pamekasan	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Sumenep	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Kediri	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Blitar	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Malang	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Probolinggo	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

#### Lampiran 4. Matriks pembobot spasial *queen* (Lanjutan)

Kabupaten/Kota	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Kota Pasuruan	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Mojokerto	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Madiun	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Surabaya	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Batu	0.000	0.333	0.000	0.333	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



#### Lampiran 4. Matriks pembobot spasial *queen* (Lanjutan)

Kabupaten/Kota	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Kab. Pacitan	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Ponorogo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Trenggalek	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Tulungagung	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Blitar	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Kediri	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Malang	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111
Kab. Lumajang	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Jember	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Banyuwangi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Bondowoso	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Situbondo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Probolinggo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Pasuruan	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000	0.000	0.167
Kab. Sidoarjo	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000
Kab. Mojokerto	0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.125	0.000	0.000	0.125

#### Lampiran 4. Matriks pembobot spasial *queen* (Lanjutan)

Kabupaten/Kota	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Kab. Jombang	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Nganjuk	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Madiun	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000
Kab. Magetan	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000	0.000
Kab. Ngawi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Bojonegoro	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Tuban	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Lamongan	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Gresik	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000
Kab. Bangkalan	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Sampang	0.000	0.500	0.000	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Pamekasan	0.000	0.000	0.500	0.000	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kab. Sumenep	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Kediri	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Blitar	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Malang	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

#### Lampiran 4. Matriks pembobot spasial *queen* (Lanjutan)

Kabupaten/Kota	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Kota Probolinggo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Pasuruan	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Mojokerto	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Madiun	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Surabaya	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kota Batu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



## Lampiran 5. Analisis Deskriptif

```
> library(readxl)
> library(spdep)
> library(sp)
> library(spData)
> library(sf)
> library(lmtest)
> library(nortest)
>
> dataOLS = read_xlsx("D://SKRIPSI/raw data sekeripsih.xlsx"
, sheet="DataOLScek")
> summary(dataOLS)
```

	Y	X1	X5	X2	X
3	Min. : 646386	Min. : 279.0	Min. : 188.0	Min.	
	: 62.0	Min. : 3.000	: 10.86		
	1st Qu.: 816631	1st Qu.: 645.2	1st Qu.: 997.5	1st Qu.	
	: 414.2	1st Qu.: 3.500	1st Qu.: 24.12		
	Median : 943827	Median : 890.5	Median : 1430.0	Median	
	: 551.0	Median : 3.700	Median : 29.91		
	Mean : 1012637	Mean : 1912.1	Mean : 1440.7	Mean	
	: 507.5	Mean : 3.645	Mean : 30.29		
	3rd Qu.: 1144956	3rd Qu.: 1427.0	3rd Qu.: 1880.8	3rd Qu.	
	: 655.2	3rd Qu.: 3.800	3rd Qu.: 35.15		
	Max. : 2027599	Max. : 8262.0	Max. : 3335.0	Max.	
	: 1136.0	Max. : 4.200	Max. : 49.82		

## Lampiran 6. Pemodelan Regresi Linier Berganda dan Uji Asumsi

```

> Y=as.matrix(dataOLS$Y)
> X1=as.matrix(dataOLS$X1)
> X2=as.matrix(dataOLS$X2)
> X3=as.matrix(dataOLS$X3)
> X4=as.matrix(dataOLS$X4)
> X5=as.matrix(dataOLS$X5)
> modelOLS=lm(Y~X1+X2+X3+X4+X5, data=dataOLS)
> summary(modelOLS)
Call:
lm(formula = Y ~ X1 + X2 + X3 + X4 + X5, data = dataOLS)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-179265  -58863   4133   48829  227979

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 1618761.20  273959.90   5.909 1.41e-06 ***
X1             80.02     11.35   7.051 5.38e-08 ***
X2            329.92     57.40   5.748 2.25e-06 ***
X3           -1044.41    207.41  -5.035 1.79e-05 ***
X4          -111958.39   70837.92  -1.580  0.124
X5           -9783.31   1795.91  -5.448 5.40e-06 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 98020 on 32 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9014, Adjusted R-squared:  0.886
F-statistic: 58.49 on 5 and 32 DF, p-value: 3.73e-15
> #UJI BREUSCH-PAGAN: Homoskedastisitas Ragam
> bptest(modelOLS, studentize=F)

            Breusch-Pagan test

data:  modelOLS
BP = 0.52833, df = 5, p-value = 0.991

> #UJI ANDERSON-DARLING: Normalitas Galat OLS
> ad.test(residuals(modelOLS))

            Anderson-Darling normality test

data:  residuals(modelOLS)
A = 0.23444, p-value = 0.7785

> #NILAI VIF: Multikolineritas
> vif(modelOLS)
           X1           X2           X3           X4           X5
2.362515  8.504589  9.181636  1.156339  1.051789

> #UJI DURBIN-WATSON: Non Autokorelasi
> dwtest(modelOLS)

            Durbin-Watson test

data:  modelOLS
DW = 1.7211, p-value = 0.1139
alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than
0

```

## Lampiran 7. Uji Moran-I dengan Matriks Pembobot Spasial Pangkat

```
> #UJI MORAN I  
> moran.test(residuals(modelOLS),WQ1)
```

Moran I test under randomisation

data: residuals(modelOLS)  
weights: WQ1

Moran I statistic standard deviate = 2.167, p-value = 0.0151  
2

alternative hypothesis: greater

sample estimates:

Moran I statistic	Expectation	Variance
0.082421439	-0.027027027	0.002551021



## Lampiran 8. Uji Moran-I dengan Matriks Pembobot Spasial *Queen*

```
> #UJI MORAN I  
> moran.test(residuals(modelOLS),wQ1)
```

Moran I test under randomisation

data: residuals(modelOLS)  
weights: wQ1

Moran I statistic standard deviate = 2.325, p-value = 0.0100

4

alternative hypothesis: greater

sample estimates:

Moran I statistic	Expectation	Variance
0.27624460	-0.02702703	0.01701447

BP = 0.52833, df = 5, p-value = 0.991

## Lampiran 9. Source Code untuk Metode SEBLUP

```
library(readxl)
library(spdep)
library(sp)
library(spData)
library(sf)
y = read.csv("D://SKRIPSI/Respon.csv",header=TRUE,sep=",")
X =
read.csv("D://SKRIPSI/Prediktor.csv",header=TRUE,sep=",")
varX = read.csv("D://SKRIPSI/VarX.csv",header=TRUE,sep=",")
# jika matriks Pangkat → W =
read.csv("D://SKRIPSI/Wpangkat1.5.csv",header=TRUE,sep=",")
#
# jika matriks Queen → W =
read.csv("D://SKRIPSI/WQueenAndi.csv",header=TRUE,sep=",")
#
W =
read.csv("D://SKRIPSI/WQueenAndi.csv",header=TRUE,sep=",")
y = as.matrix(y)
X = as.matrix(X)
varX = as.matrix(varX)
W = as.matrix(W)
m = 38

#Auxiliary function needed by areal SEBLUP
#Written by N. Salvati and modified by V. Gómez-Rubio
#Log-likelihood of rho and sigma.v
logl<-function(x)
{
  rhospat<-x[1]
  sigma.v<-x[2]
  I<-diag(1,m)
  V<-sigma.v*(solve((I-rhospat*W)%%(I-
rhospat*t(W))))+varX[,1]*diag(1,m) #variance covariance
matrix
  b.stim.spat<-
solve(t(X)%%solve(V)%%X)%%t(X)%%solve(V)%%y[,1]
  ee<-eigen(V)

  #log-likelihood
  (-1)*(((0.5)*m*log(2*pi))-((0.5)*sum(log(ee$value)))-
((0.5)*t(y[,1]-(X)%%b.stim.spat)%%solve(V)%%(y[,1]-
(X)%%b.stim.spat)))
}

# Gradient function (partial derivatives)
grr<-function(x)
{
  rhospat<-x[1]
  sigma.v<-x[2]
  derRho<-2*W%*(I-rhospat*t(W))
  derSigma<-solve((I-rhospat*W)%%(I-rhospat*t(W)))
  dervRho<-sigma.v*(derSigma%*derRho%*derSigma)
  V<-matrix(0,m,m)
  V<-sigma.v*(solve((I-rhospat*W)%%(I-
rhospat*t(W))))+(diag(1,m)*vardir[,1])
  b.s<-solve(t(X)%%solve(V)%%X)%%t(X)%%solve(V)%%y[,1]
  s<-matrix(0,2,1)
```

## Lampiran 9. Source Code untuk Metode SEBLUP (Lanjutan)

```
#Score function
s[1,1]<-((-
0.5)*sum(diag(solve(v)%%dersigma)))+((0.5)*(t(y[,1]-
X%%b.s)%%(solve(v)%%dersigma%%solve(v))%(y[,1]-
X%%b.s)))
s[2,1]<-((-
0.5)*sum(diag(solve(v)%%derVRho)))+((0.5)*(t(y[,1]-
X%%b.s)%%(solve(v)%%derVRho%%solve(v))%(y[,1]-
X%%b.s)))
return(c(s[1,1],s[2,1]))
}

SEBLUP.area<-function(y, X, varX, m, W, tol=10e-5,
maxiter=50, method="ML", init=NULL)
{
  res<-switch(method, ML = SEBLUP.area.ML(y, X, varX, m, W,
tol, maxiter,init))
  if(is.null(res))
    print("Method should be ML\n")
  return(res)
}

#The SEBLUP starts here
SEBLUP.area.ML<-function(y, X, varX, m, W, tol,
maxiter,init)
{
  if(is.null(init))
  {
    limiti<-eigen(w)
    sup<-1/max(limiti$value) #upper limit
    inf<-1/min(limiti$value) #low limit
    ottimo<-
constrOptim(c(0.05,1000),logl,grr,method="Nelder-
Mead",ui=rbind(c(-1,0),c(1,0),c(0,1)),ci=c(-sup,inf,0),
control = list(trace=TRUE))
  }
  else
  {
    ottimo<-list(par=init)
  }
}
```



## Lampiran 9. Source Code untuk Metode SEBLUP (Lanjutan)

```
#from here it starts the scoring method with starting point
these obtained from "Nelder-Mead" algorithim
I<-diag(1,m)
rho.stim.S<-0
sigma2.u.stim.S<-0
sigma2.u.stim.S[1]<-ottimo$par[2]
rho.stim.S[1]<-ottimo$par[1]
k<-0
diff.S<-1
while ( (diff.S>tol) && (k<maxiter) )
{
  k<-k+1
  derRho<-2*w%*(I-rho.stim.S[k]*t(w))
  derSigma<-solve((I-rho.stim.S[k]*w)%*(I-
rho.stim.S[k]*t(w)))
  derVRho<-
sigma2.u.stim.S[k]*(derSigma%*derRho%*derSigma)
V<-matrix(0,m,m)
V<-(sigma2.u.stim.S[k]*(solve((I-rho.stim.S[k]*w)%*(I-
rho.stim.S[k]*t(w)))))+(diag(1,m)*varX[,1])
b.s<-
solve(t(X)%*solve(V)%*X)%*t(X)%*solve(V)%*y[,1]
s<-matrix(0,2,1)
s[1,1]<-((-
0.5)*sum(diag(solve(V)%*derSigma)))+(0.5)*(t(y[,1]-
X%*b.s)%*(solve(V)%*derSigma%*solve(V))%*(y[,1]-
X%*b.s)))
s[2,1]<-((-
0.5)*sum(diag(solve(V)%*derVRho)))+(0.5)*(t(y[,1]-
X%*b.s)%*(solve(V)%*derVRho%*solve(V))%*(y[,1]-
X%*b.s)))
#score function

#Idev is the information matrix
Idev<-matrix(0,2,2)
Idev[1,1]<-
(0.5)*sum(diag((solve(V)%*derSigma%*solve(V)%*derSigma)))
Idev[1,2]<-
(0.5)*sum(diag((solve(V)%*derSigma%*solve(V)%*derVRho)))
Idev[2,1]<-
(0.5)*sum(diag((solve(V)%*derVRho%*solve(V)%*derSigma)))
Idev[2,2]<-
(0.5)*sum(diag((solve(V)%*derVRho%*solve(V)%*derVRho)))
par.stim<-matrix(0,2,1)
par.stim[1,1]<-sigma2.u.stim.S[k]
par.stim[2,1]<-rho.stim.S[k]
stime.fin<-matrix(0,2,1)
stime.fin<-par.stim+solve(Idev)%*s #the scoring
procedure
sigma2.u.stim.S[k+1]<-stime.fin[1,1]
rho.stim.S[k+1]<-stime.fin[2,1]
diff.S<-abs(stime.fin[1,1]-par.stim[1,1])
}
```

## Lampiran 9. Source Code untuk Metode SEBLUP (Lanjutan)

```

V<-matrix(0,m,m)
V<-(sigma2.u.stim.S[k+1]*(solve((I-
rho.stim.S[k+1]*w)%*(I-
rho.stim.S[k+1]*t(w))))+(diag(1,m)*varX[,1])
G<-(sigma2.u.stim.S[k+1]*(solve((I-
rho.stim.S[k+1]*w)%*(I-rho.stim.S[k+1]*t(w))))
Bstim<-
solve(t(X)%%solve(V)%%X)%%t(X)%%solve(V)%%y[,1]
m1<-diag(1,m)

#Spatial EBLUP
randeff<-m1%*G%*solve(V)%*(y[,1]-(X%*Bstim))#Area
effects
thetaEBLUPspat<-X%*Bstim+randeff
#m1%*G%*solve(V)%*(y[,1]-(X%*Bstim))
varbeta<-solve(t(X)%%solve(V)%*X)

#to estimate MSE for each small area
#g1
g1sp<-matrix(0,m,1)
for (i in 1:m)
{
m1<-matrix(0,m,1)
m1[i]<-1
g1sp[i]<-t(m1)%*(G-G%*solve(V)%*G)%*m1
}

#g2
g2sp<-matrix(0,m,1)
for (i in 1:m)
{
m1<-matrix(0,m,1)
m1[i]<-1
g2sp[i]<-(X[i,]-
t(m1)%*G%*solve(V)%*X)%%solve(t(X)%%solve(V)%*X)%*t(X
[i,]-t(m1)%*G%*solve(V)%*X)
}

#g3
derRho<-2*w%*(I-rho.stim.S[k+1]*t(w))
derSigma<-solve((I-rho.stim.S[k+1]*w)%*(I-
rho.stim.S[k+1]*t(w)))
derVRho<-
sigma2.u.stim.S[k+1]*(derSigma%*derRho%*derSigma)
Idev<-matrix(0,2,2)
Idev[1,1]<-
(0.5)*sum(diag((solve(V)%*derSigma%*solve(V)%*derSigma)))
Idev[1,2]<-
(0.5)*sum(diag((solve(V)%*derSigma%*solve(V)%*derVRho)))
Idev[2,1]<-
(0.5)*sum(diag((solve(V)%*derVRho%*solve(V)%*derSigma)))
Idev[2,2]<-
(0.5)*sum(diag((solve(V)%*derVRho%*solve(V)%*derVRho)))
g3sp<-matrix(0,m,1)
g3spgrad<-matrix(0,2,m)

```



## Lampiran 9. Source Code untuk Metode SEBLUP (Lanjutan)

```

for (i in 1:m)
{
  m1<-matrix(0,m,1)
  m1[i]<-1
  A<-(I-rho.stim.S[k+1]*W)%%(I-rho.stim.S[k+1]*t(W))
  AA<-2*rho.stim.S[k+1]*(W%*t(W))-2*W
  g3spgrad[1,]<-t(m1)%%(solve(A)%%solve(V)+G%*((-
1)*solve(V)%%solve(A)%%solve(V)))
  g3spgrad[2,]<-t(m1)%%((sigma2.u.stim.S[k+1]*((-
1)*solve(A)%%(AA)%%solve(A)))%%solve(V)+G%*((-
1)*solve(V)%%(sigma2.u.stim.S[k+1]*((-
1)*solve(A)%%(AA)%%solve(A)))%%solve(V)))
  g3sp[i]<-
sum(diag(g3spgrad%*V%*t(g3spgrad)%%solve(Idev)))
}

#bias
bdist<-matrix(0,2,1)
btr<-matrix(0,2,1)
gradglsp<-matrix(0,2,1)
distorsionesp<-matrix(0,m,1)
for (i in 1:m)
{
  m1<-matrix(0,m,1)
  m1[i]<-1
  A<-(I-rho.stim.S[k+1]*W)%%(I-rho.stim.S[k+1]*t(W))
  AA<-2*rho.stim.S[k+1]*(W%*t(W))-2*W
  gradglsp[1,]<-t(m1)%%(solve(A)-
((solve(A)%%solve(V)%*G)+(G%*((-
1)*solve(V)%%solve(A)%%solve(V))%*G)+(G%*solve(V)%*sol
ve(A))%*m1
  gradglsp[2,]<-t(m1)%%((sigma2.u.stim.S[k+1]*((-
1)*solve(A)%%AA)%%solve(A)))-((sigma2.u.stim.S[k+1]*((-
1)*solve(A)%%AA)%%solve(A)))%%solve(V)%*G+(G%*((-
1)*solve(V)%%(sigma2.u.stim.S[k+1]*((-
1)*solve(A)%%AA)%%solve(A)))%%solve(V))%*G)+(G%*solve(V)
)%*(sigma2.u.stim.S[k+1]*((-
1)*solve(A)%%AA)%%solve(A))))%*m1
  btr[1,]<-
sum(diag(solve(t(X)%%solve(V)%*X)%*t(X)%*((-
1)*solve(V)%%solve(A)%%solve(V))%*X))
  btr[2,]<-
sum(diag(solve(t(X)%%solve(V)%*X)%*t(X)%*((-
1)*solve(V)%%(sigma2.u.stim.S[k+1]*((-
1)*solve(A)%%AA)%%solve(A)))%%solve(V))%*X))
  bdist<-(1/(m*2))*(solve(Idev)%*btr)
  distorsionesp[i,1]<-t(bdist)%*gradglsp
}

#estimated MSE
msestims<-glsp-distorsionesp+g2sp+2*g3sp

```



## Lampiran 9. *Source Code* untuk Metode SEBLUP (Lanjutan)

```
#Return results
list(SEBLUP=thetaEBLUPspat, beta=Bstim,
sigma2u=sigma2.u.stim.S[k+1],
rho=rho.stim.S[k+1], g1=g1sp, g2=g2sp, g3=g3sp,
mse=msestimsp,
randeff=randeff, varbeta=varbeta,
varsigmarho=solve(Idev))
}
hasil=SEBLUP.area(y, x, varX, m, w, tol=10e-5, maxiter=50,
method="ML", init=NULL)
hasil
```

## Lampiran 10. Source Code untuk Uji Normalitas Galat dan Pengaruh Acak pada Model SEBLUP

```
#UJI NORMALITAS PENGARUH ACAK DAN GALAT#  
library(nortest)  
u.SEBLUP=y-hasil$SEBLUP  
v.effect=hasil$randeff  
ad.test(u.SEBLUP)  
ad.test(v.effect)
```

## Lampiran 11. Source Code untuk Uji Signifikansi Parameter pada Model SEBLUP

```
#UJI SIGNIFIKANSI PARAMETER#  
##Mendapatkan Nilai p  
betaSEBLUPGLS = hasil$beta  
JKT = sum(y^2)-m*mean(y)^2  
JKR = t(betaSEBLUPGLS)%*%t(X)%*%y-m*mean(y)^2  
JKG = JKT-JKR  
KTG = JKG/(m-5-1)  
KTG = matrix(KTG,length(betaSEBLUPGLS),1)  
diagonal = as.matrix(diag(solve(t(X)%*%X)))  
SE = sqrt(diagonal*KTG)  
t = betaSEBLUPGLS/SE  
Pvalue=dt(t,m-5-1)  
Pvalue
```